MIHAI CONSTANTINESCU

• PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII •

PIONIERUL ELECTRONIST



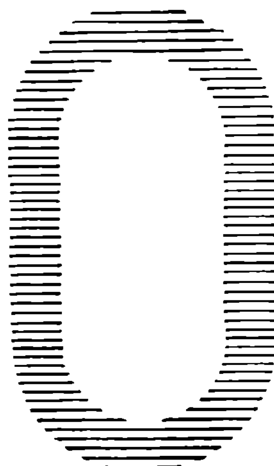
PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII

PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII

• PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII • PRELUDII •

Ing. MIHAI CONSTANTINESCU

PIONIERUL ELECTRONIST



EDITURA DIDACTICA ŞI PEDAGOGICA
BUCUREŞTI – 1972



Redactor: NICOLAE MARIN
Tehnoredactor: IONESCU VICTORIA
Coperta de: SMILOVICI VICTOR

Introducere

Creație a orînduirii noastre socialiste, industria radioelectronică din țara noastră a cunoscut și cunoaște o puternică dezvoltare. Aceasta a avut, printre altele, ca urmare, și răspîndirea pe întreg teritoriul țării a unui impresionant număr de aparate de radio și televizoare, aceste minunate mijloace de informare și difuzare a științei și culturii.

Copiii, receptivi la tot ceea ce este nou și interesant, nu au rămas indiferenți în fața puternicei ofensive a radioelectronicii. Aceasta a avut ca urmare dezvoltarea continuă a mișcării de radioamatori care a cuprins pe cei mai mulți dintre ei, antrenîndu-i la lărgirea orizontului lor de cunoaștere și la formarea unor deprinderi practice.

Creîndu-se posibilități tot mai mari pentru procurarea pieselor, acestea fiind produse în țară, răspîndirea radioamatorismului a cunoscut un puternic avînt în rîndul pionierilor, cercurile de radio și electronică de la casele pionierilor, Palatul pionierilor și din școli cuprinzînd un număr tot mai mare de copii.

În sprijinul unor asemenea activități, în țara noastră au fost publicate în ultimii ani un număr mare de lucrări referitoare la diverse construcții. La aceasta se adaugă și numărul mare de materiale publicate de revistele „Racheta Cutezătorilor", „Tehnium" și „Sport și tehnică". Datorită însă vastității acestui tînăr domeniu al tehnicii, rămîn în permanență pete albe care trebuie treptat acoperite.

Unul dintre domeniile în care au fost publicate puține lucrări îl constituie cel al aparatelor de măsurat și al montajelor de electronică aplicată. De aceea, în acest mic ghid, noi am inclus scheme ale unor aparate de măsurat deosebit de utile, atît în activitatea cercurilor, cît și în cea individuală a radioamatorilor, precum și cîteva aplicații interesante, dar mai puțin cunoscute, în domeniul electronicii. De asemenea, avînd în vedere vîrsta și nivelul de cunoștințe al micilor constructori, autorul a considerat necesară explicarea unor noțiuni elementare din domeniul electronicii. Totodată, au fost date indicații referitoare la piesele folosite în radioelectronică și la realizarea montajelor.

În ceea ce privește schemele prezentate, acestea au fost experimentate de autor, atît la cercul de electronică al Palatului pionierilor, cît și individual.

Astfel, o oarecare experiență și cîteva materiale de bună calitate sînt suficiente pentru reușita construcțiilor.

Autorul speră că acest ghid adresat micilor electroniști îi va ajuta în activitatea lor, atît în cadrul cercurilor, cît și în cea individuală.

Autorul

Partea întîi

LA ÎNCEPUT PUŢINĂ TEORIE

Electronica, prin numeroasele probleme pe care le pune, constituie una dintre ramurile tehnicii care atinge un înalt grad de teoretizare. Aceasta se datorește, pe de o parte, marelui număr de fenomene care au loc în intimitatea dispozitivelor electronice şi care rămîn ascunse simţurilor noastre, spre deosebire de mişcarea mecanică sau de fenomenele optice şi acustice pe care le putem percepe cu ajutorul acestora. Pe de altă parte, dificultăţile care stau în calea înţelegerii schemelor electronice se datoresc modului foarte variat în care piesele şi subansamblele pot fi combinate în vederea construirii unor aparate, cu ajutorul cărora să se poată realiza cele mai diferite şi neaşteptate operaţii.

Dar, ca orice ştiinţă sau ramură a tehnicii, electronica are un A, B, C al său, alcătuit din reguli relativ simple, care ne ajută să ne descurcăm în hăţişurile circuitelor electronice comparabile uneori cu o adevărată junglă.

Însuşirea unor noţiuni elementare referitoare la funcţionarea şi caracteristicile unor piese folosite, precum şi la unele fenomene care au loc în montajele care vor fi construite este absolut necesară electronistului amator, deoarece numai astfel construcţia aparatului poate fi realizată corect şi rapid, iar în eventualitatea unor defecţiuni ulterioare el poate interveni acolo unde este necesar.

Pentru a putea funcţiona, în orice aparat electronic trebuie să aibă loc o serie de modificări şi transformări pe care le suferă curentul electric la trecerea lui prin diver-

sele piese componente. Deci, trebuie să vedem mai întîi ce este curentul electric și care sînt mărimile sale caracteristice. De asemenea, vom vorbi despre cîteva din legile care îl guvernează.

Curentul electric

Încă din primii ani de școală, unul din punctele de atracție la orele de științele naturii îl constituie experiențele de electrizare, care constau în frecarea unor baghete de sticlă, ebonită etc.

Se știe că prin frecarea suprafeței unor materiale apar *sarcini electrice*. Acestea sînt de două feluri: *pozitive* și *negative*. Sarcinile electrice de același fel se resping, iar cele de sens contrar se atrag. În sfîrșit, unele materiale permit deplasarea sarcinilor electrice prin ele și pe suprafața lor, pentru acest motiv fiind numite bune conducătoare de electricitate, iar cele care nu permit această deplasare se numesc rele conducătoare de electricitate.

Curentul electric constă deci într-o *deplasare dirijată a sarcinilor electrice* prin materiale bune conducătoare de electricitate.

Dintre materialele bune conducătoare de electricitate, cele mai utilizate și mai cunoscute sînt metalele. Bucățile de metal, de obicei sub formă de sîrmă, folosite pentru trecerea curentului electric, se numesc *conductoare*. Între conductoare se pun uneori materiale rele conducătoare de electricitate, numite *izolatoare*.

Tensiunea electrică, intensitatea curentului și rezistența electrică. Pentru ca să fie posibilă circulația unui curent electric printr-un conductor, este necesar să existe o diferență între cantitatea de electricitate, la cele două capete ale acestuia, numită diferență de potențial sau tensiune electrică. La capetele conductorului tensiunea electrică este menținută de o sursă de curent electric. Una dintre cele mai cunoscute surse de acest fel este bateria electrică.

Într-un anumit interval de timp, prin secțiunea conductorului poate trece o cantitate mai mare sau mai mică de

sarcini electrice, adică *intensitatea curentului* poate fi mai mare sau mai mică.

Tensiunea electrică şi intensitatea curentului sînt două mărimi măsurabile. Pentru ele şi există unităţile de măsură necesare, care ne permit să facem unele comparaţii între diferitele surse de curent electric sau între diverşi curenţi electrici.

Unitatea de măsură pentru tensiunea electrică este *voltul*, notat prescurtat cu litera V. Voltul are doi submultipli mai des utilizaţi: milivoltul (mV) şi microvoltul (μV) şi un multiplu, kilovoltul (kV). Legăturile dintre volt şi submultipli şi multiplul său sînt date de relaţiile:

$$1\ V=1\,000\ mV=1\,000\,000\ \mu V$$

$$1\ mV=1\,000\ \mu V$$

$$1\ kV=1\,000\ V$$

Unitatea de măsură pentru intensitatea curentului electric este *amperul*, notat cu litera A. În electronică se folosesc mai mult submultiplii amperului, şi anume miliamperul (mA) şi microamperul (μA). Legătura dintre amper şi submultiplii săi este dată de relaţiile:

$$1\ A=1\,000\ mA=1\,000\,000\ \mu A$$

$$1\ mA=1\,000\ \mu A$$

Dacă la capetele diferitelor conductoare se aplică aceeaşi tensiune, se constată că intensitatea curentului este diferită de la caz la caz, deoarece intervine o proprietate specifică a fiecărui conductor, numită *rezistenţă electrică*. Rezistenţa electrică a unui conductor reprezintă opoziţia pe care o prezintă conductorul la trecerea curentului electric (o proprietate asemănătoare cu frecarea în cazul mişcării) şi depinde atît de dimensiunile conductorului, cît şi de natura materialului din care este confecţionat. Rezistenţa electrică a unui conductor este direct proporţională cu lungimea conductorului şi cu rezistivitatea materialului din care este confecţionat şi invers proporţională cu aria secţiunii conductorului. Dintre materialele folosite pentru confecţionarea conductoarelor, rezistivitatea cea mai mică o au argintul, cuprul şi aluminiul, iar rezistivi-

tate mare prezintă unele aliaje cu nichel, crom, mangan etc., cunoscute sub numele de nichelină, cromnichel, constantan etc.

Între tensiunea electrică aplicată la extremităţile unui conductor, rezistenţa electrică a acestuia şi intensitatea curentului care trece prin el există o legătură cunoscută în fizică sub numele de *legea lui Ohm*. Această lege, deosebit de importantă, a curentului electric se enunţă astfel: intensitatea curentului care trece printr-un conductor este direct proporţională cu tensiunea aplicată la capetele sale şi invers proporţională cu rezistenţa sa. Matematic, legea se exprimă prin relaţia:

$$I=\frac{U}{R},$$

unde:
I este intensitatea curentului;
U — tensiunea aplicată;
R — rezistenţa.

Se vede uşor că legea mai poate fi scrisă şi în alte două moduri:

$$U=I\cdot R.$$

sau

$$R=\frac{U}{I}:$$

Ultima relaţie ne dă valoarea rezistenţei, funcţie de tensiune şi curent. Dacă tensiunea este $U=1$ V, iar intensitatea curentului este $I=1$ A, obţinem mărimea unităţii pentru rezistenţa electrică, unitate care poartă numele de ohm şi se notează prescurtat cu litera grecească Ω. Deci:

$$1\,\Omega=\frac{1\,\text{V}}{1\,\text{A}}.$$

Această mărime pentru unitatea de rezistenţă electrică este în multe cazuri mică, pentru a putea fi folosită în electronică. De aceea se folosesc adesea multiplii săi, şi anume kiloohmul (kΩ) şi megohmul (MΩ), relaţiile de legătură fiind:

$$1\,\text{k}\Omega=1\,000\,\Omega$$

$$1\,\text{M}\Omega=1\,000\,\text{k}\Omega=1\,000\,000\,\Omega.$$

Energia şi puterea curentului electric. La trecerea curentului electric prin conductoare se produc diverse fenomene. Astfel, conductoarele se încălzesc (se produce efectul termic al curentului electric), un ac magnetic apropiat de conductor se aşază perpendicular pe acesta (se produce efectul magnetic al curentului), iar la trecerea curentului electric prin unele soluţii se produc reacţii chimice (se produce efectul chimic al curentului electric). Aceste fenomene au loc deoarece curentul electric posedă o formă de energie numită energie electrică. Mărimea energiei electrice este dată de produsul dintre puterea curentului electric (energia în unitate de timp) şi timp, adică:

$$W = P \cdot t,$$

iar puterea curentului electric este dată de produsul dintre tensiune şi intensitatea curentului:

$$P = U \cdot I.$$

Unitatea de măsură pentru puterea curentului electric este wattul (W), iar unitatea de măsură pentru energia electrică este wattul-secundă (Ws), mai des utilizat fiind wattul-oră (Wh). Mărimea acestor unităţi este dată de relaţiile:

1 W=1 V·1 A

1 Ws=1 W·1 s

1 Wh=1 W·1 h=1 W·3 600 s=3 600 Ws

Consumatoare, surse, circuite electrice şi sensul curentului electric. Efectele termic, magnetic sau chimic nu sînt în fond decît transformări ale energiei electrice în energia termică, mecanică sau chimică. Această transformare de energie are loc în aparate şi maşini electrice numite în general consumatoare. De exemplu, reşoul electric este un aparat care transformă energia electrică în căldură, iar motorul electric este o maşină care transformă energia electrică în energie mecanică. Procesul poate avea loc şi invers, adică energia termică, mecanică sau chimică se pot transforma în energie electrică. Acest fenomen are loc în sursele de curent electric. Astfel, bateria electrică este o sursă în care energia chimică se transformă în energie electrică, iar generatorul de la hidrocentrală sau termo-

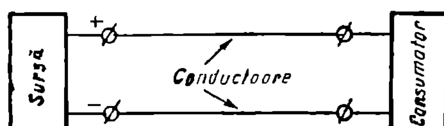


Fig. 1. Circuit electric

centrală transformă energia mecanică în energie electrică.

Sarcinile electrice sînt de două feluri. De asemenea şi sursele electrice de curent continuu au două borne: una pozitivă şi alta negativă. Tot două borne au şi consumatoarele: una prin care intră curentul electric şi alta prin care iese. Fiecare sursă este caracterizată prin tensiunea de la bornele sale şi prin intensitatea maximă a curentului pe care îl poate debita.

Dacă bornele unei surse electrice sînt legate cu ajutorul unor conductoare la bornele unui consumator, se obţine un *circuit electric*. Schematic, cel mai simplu şi în acelaşi timp cel mai general circuit electric este reprezentat în figura 1.

La reprezentarea diferitelor circuite electrice sub formă de scheme se folosesc diferite simboluri pentru diversele surse, consumatoare sau dispozitive auxiliare (de exemplu, întreruptoarele care stabilesc sau desfac circuitul electric). Cîteva dintre aceste simboluri sînt reprezentate în figura 2. Simbolurile pentru diferitele piese utilizate în compunerea circuitelor electronice vor fi prezentate în capitolul următor, odată cu descrierea şi explicarea rolului fiecărei piese.

Simboluri utilizate pentru reprezentarea schemelor

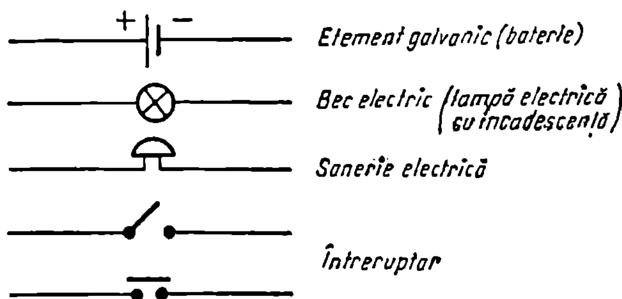
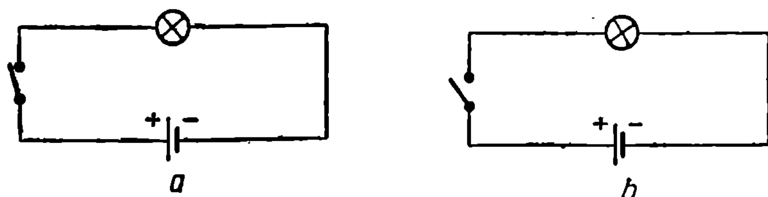


Fig. 2.

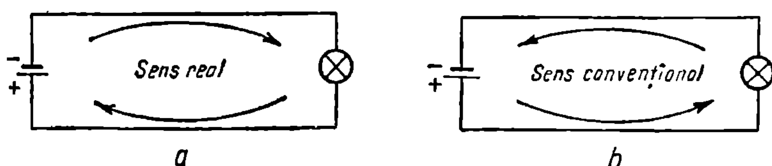


Circuit închis şi circuit deschis

Dacă prin circuitul electric trece un curent electric, se spune că circuitul este închis, iar dacă prin circuit nu trece curent electric se spune că circuitul este deschis. În figura 3 este reprezentat un circuit electric format din sursă (element sau baterie), consumator (bec electric), întreruptor şi conductoare, în cele două cazuri.

Întrebarea care se pune este următoarea: în ce sens trece curentul electric prin circuit? Oamenii de ştiinţă au arătat că în conductoarele metalice există particule foarte mici de materie, numite electroni, care au sarcină electrică negativă şi se pot mişca liberi în interiorul conductorului. Deci, electronii sînt aceia care realizează transportul dirijat de sarcină electrică — curentul electric — atunci cînd la capetele conductorului se aplică o tensiune electrică. Fiind sarcini negative, rezultă că în circuit electronii se vor mişca de la borna negativă a sursei spre cea pozitivă. Aceasta se întîmplă în afara sursei, adică în circuitul exterior al acesteia. În interiorul sursei, electronii trec de la borna pozitivă la cea negativă tocmai datorită energiei chimice (sau mecanice) care se transformă în energie electrică. Înseamnă că sensul curentului electric într-un circuit este de la borna negativă a sursei spre cea pozitivă a sursei. Acest lucru nu a fost cunoscut de la începutul studiilor despre electricitate. De aceea, atunci s-a ales un sens arbitrar al curentului electric şi anume s-a considerat că sensul curentului este de la borna pozitivă a sursei spre cea negativă. Acest sens arbitrar a fost numit ulterior sensul convenţional al curentului electric, spre deosebire de sensul real al său. Cele două sensuri sînt reprezentate în figura 4, pentru un circuit simplu.

Fig. 4.



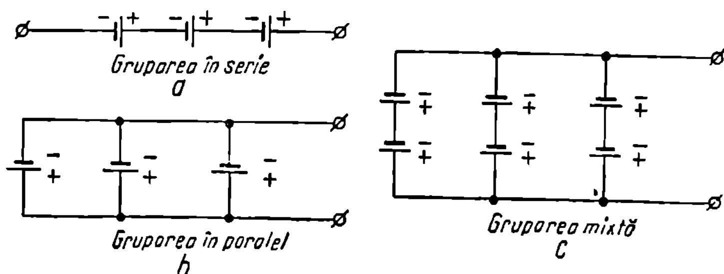
Sensul curentului electric

Gruparea surselor şi consumatoarelor. Sursele şi consumatoarele pot fi grupate în circuit, astfel ca una sau mai multe surse să alimenteze unul sau mai multe consumatoare. Gruparea surselor sau a consumatoarelor poate fi făcută în trei moduri; gruparea în serie, gruparea în paralel sau gruparea mixtă. Cele trei moduri de legare a surselor sînt arătate în figura 5. Este important să fie cunoscut faptul că nu pot fi legate în serie, paralel sau mixt, decît surse care au aceleaşi caracteristici (aceeaşi tensiune electrică şi aceeaşi intensitate maximă a curentului pe care îl pot debita). Prin gruparea surselor se obţin baterii.

La gruparea în serie va fi legată borna pozitivă a unei surse cu borna negativă a sursei următoare. La începutul grupului rămîne o bornă negativă liberă, iar la sfîrşitul lui o bornă pozitivă liberă. Acestea sînt bornele bateriei formate prin legarea surselor grupate în serie. Tensiunea bateriei formate prin legarea în serie a surselor este egală cu suma tensiunilor surselor componente, iar intensitatea maximă este egală cu intensitatea maximă a curentului unei surse. Deci, legarea în serie a surselor se va folosi

Gruparea surselor

Fig. 5.



ori de cîte ori dorim să obţinem o sursă cu o tensiune mai mare.

În cazul grupării în paralel a surselor, bornele pozitive se leagă împreună, obţinîndu-se borna pozitivă a bateriei, iar bornele negative se leagă, de asemenea, împreună, obţinîndu-se borna negativă a bateriei. În acest caz tensiunea bateriei formate prin legarea în paralel a surselor este egală cu tensiunea unei singure surse, iar intensitatea maximă a curentului debitat de baterie este egală cu suma intensităţilor maxime pe care le pot debita sursele ce compun bateria. Deci, vom folosi legarea în paralel a surselor atunci cînd vom dori să obţinem surse care pot debita curenţi cu intensităţi mai mari.

Gruparea mixtă a surselor se realizaează, de exemplu, prin legarea în paralel a unor baterii obţinute prin legarea în serie a unor surse. Trebuie avut în vedere ca fiecare grup obţinut prin legarea în serie a surselor să conţină acelaşi număr de surse, de acelaşi fel. Prin gruparea mixtă a surselor se obţin atît avantajele grupării în serie cît şi ale grupării în paralel, adică tensiunea bateriei formate este egală cu suma tensiunilor surselor legate pe un grup serie, iar intensitatea maximă a curentului debitat este egală cu suma intensităţilor maxime ale curentului debitat de fiecare grup serie.

Consumatoarele pot fi şi ele grupate în serie, în paralel sau mixt, după cum se vede în figura 6.

În cazul grupării în serie, intensitatea curentului la fiecare consumator este aceeaşi, iar tensiunea aplicată grupului de consumatoare se împarte proporţional pe fiecare consumator în raport cu rezistenţa sa electrică.

În cazul grupării în paralel a consumatoarelor, tensiunea pe fiecare consumator este aceeaşi şi în acelaşi timp egală cu tensiunea aplicată la bornele grupului, iar intensitatea curentului absorbit de grup este egală cu suma intensităţilor curentului absorbit de fiecare consumator.

Curentul continuu şi curentul alternativ. În cele arătate pînă acum am considerat sursele de curent electric ca avînd două borne, una negativă şi alta pozitivă. Polaritatea bornelor rămînînd mereu aceeaşi, înseamnă că într-un circuit electric compus din sursă şi unul sau mai multe consumatoare, sensul curentului electric rămîne mereu

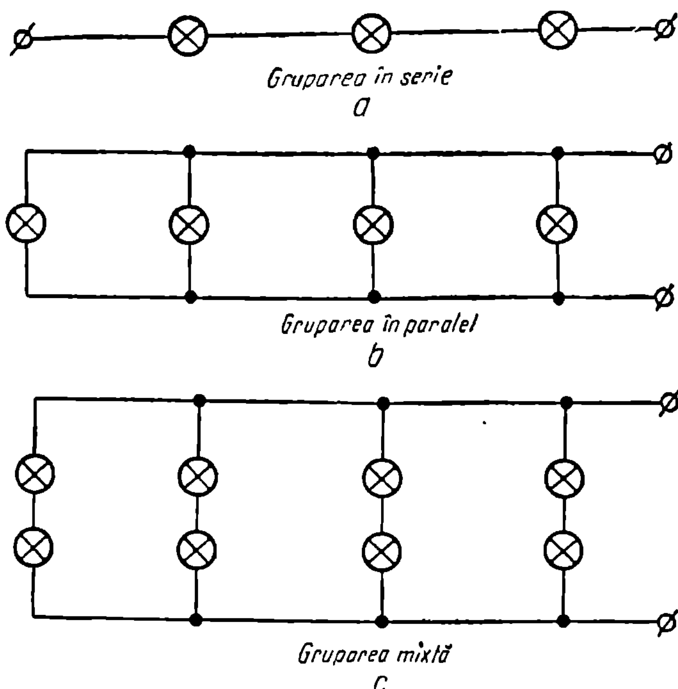


Fig. 6.
Gruparea consumatorilor

acelaşi. Curentul electric care îşi păstrează mereu sensul se numeşte curent electric continuu, iar sursele care nu-şi schimbă polaritatea bornelor se numesc surse de curent continuu. Cele mai cunoscute surse de curent continuu sînt bateriile, destinate alimentării lanternelor sau aparatelor de radio portabile, şi acumulatoarele.

În afara surselor de curent continuu există surse de curent electric, la care se schimbă periodic polaritatea bornelor. Aceste surse vor produce în circuite curenţi care îşi schimbă periodic sensul. Curentul electric care îşi schimbă periodic sensul se numeşte curent alternativ. Timpul care trece din momentul începerii circulaţiei curentului într-un sens şi pînă în momentul în care începe din nou să circule în acest sens se numeşte *perioadă*. Pentru a înţelege mai bine ce este perioada, să ne închipuim

un pendul care execută o mişcare oscilatorie. Considerăm începutul perioadei momentul în care pendulul se găseşte în poziţia extremă spre stînga. Timpul necesar pendulului pentru a se deplasa în poziţia extremă din dreapta şi pentru a reveni în poziţia extremă din stînga este tocmai perioada de oscilaţie a pendulului. Dacă notăm perioada cu T, se vede că atunci cînd timpul este $t=\frac{1}{4}T$, pendulul se găseşte în poziţie verticală, cînd $t=\frac{1}{2}T$ pendulul atinge poziţia extremă din dreapta, cînd $t=\frac{3}{4}T$ pendulul se găseşte în poziţie verticală, iar cînd $t=T$, pendulul a revenit în poziţia extremă din stînga. Aceste situaţii sînt prezentate în figura 7. Să presupunem acum că în partea de jos a pendulului montăm un creion, iar pe sub acesta tragem o foaie de hîrtie dinspre figură spre noi, cu o viteză constantă. Pe foaia de hîrtie se va înscrie o linie ondulată, aşa cum se vede în figura 8, obţinută prin compunerea a două mişcări: una cu viteză constantă, datorată mişcării hîrtiei, şi una de oscilaţie, perpendiculară pe prima, datorată oscilaţiei pendulului. Pe figură, prima mişcare este reprezentată pe orizontală, iar cealaltă pe verticală. S-a obţinut astfel graficul oscilaţiilor unui pendul, deoarece deplasarea pe orizontală, fiind făcută cu

Fazele de oscilaţie ale unui pendul

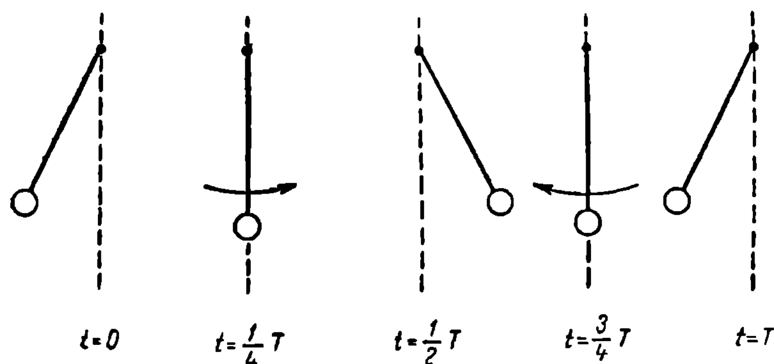


Fig. 7.

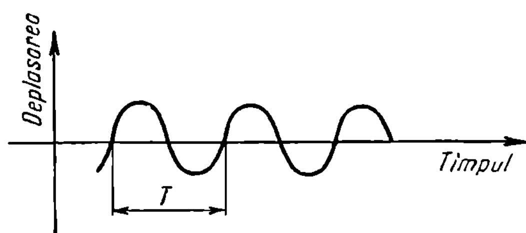


Fig. 8. Graficul oscilaţiilor unui pendul

viteză constantă, este proporţională cu timpul, deplasarea pe verticală reprezintă însăşi mişcarea pendulului, iar durata de timp T reprezintă perioada.

Mişcarea de oscilaţie a pendulului nu are loc prin treceri bruşte de la o extremitate la alta, ci cu o variaţie lentă a vitezei. O astfel de oscilaţie se mai numeşte armonică sau sinusoidală.

La fel, reprezentînd grafic variaţia tensiunii în timp la bornele unei surse de curent alternativ, adică pe orizontală reprezentînd timpul, iar pe verticală reprezentînd variaţia tensiunii, se obţine graficul din figura 9. Să presupunem că în primul moment tensiunea este nulă, apoi creşte pînă în momentul în care timpul a devenit $t=\frac{T}{4}$, atingînd valoarea maximă. Din acest moment începe o scădere a tensiunii, care ajunge în momentul $t=\frac{T}{2}$ din nou nulă. Pe măsura trecerii timpului, tensiunea devine negativă, schimbîndu-şi polaritatea, iar cînd $t=\frac{3}{4}T$, are o valoare maximă, însă negativă. Apoi tensiunea scade din nou pînă cînd atinge o valoare nulă la $t=T$. Din acest moment ciclul se reia, ceea ce constituie un indiciu că începe o nouă perioadă.

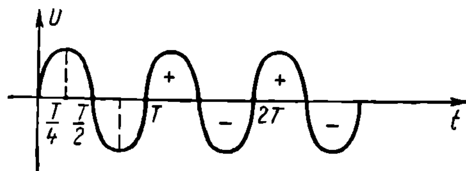


Fig. 9. Reprezentarea grafică a curentului alternativ

În cazul unei tensiuni alternative, perioada se împarte în două jumătăți, numite alternanțe sau semiperioade. Una dintre alternanțe este pozitivă, iar cealaltă negativă.

O altă caracteristică a curentului alternativ, deosebit de importantă, o constituie frecvența curentului, care nu reprezintă altceva decît numărul de perioade care se succed într-o secundă. Pentru a nu se spune de fiecare dată „perioade pe secundă“ s-a introdus o unitate de măsură numită *herț*, care se notează prescurtat Hz. Astfel, despre un curent care are o frecvență de 20 perioade pe secundă spunem că are o frecvență de 20 Hz. Multiplii mai des utilizați în electronică sînt kiloherțul și megaherțul, legăturile dintre ei fiind date de relațiile:

1 kHz=1 000 Hz
1 MHz=1 000 kHz=1 000 000 Hz

Curentul alternativ cu frecvența pînă la 20 kHz a fost numit curent de joasă freventă sau de audiofrecvență, iar cel cu frecvențe mai mari, curent de înaltă frecvență sau de radiofrecvență. Un exemplu tipic de curent de joasă frecvență îl reprezintă curentul alternativ al rețelelor electrice, care are frecvența de 50 Hz. Utilizarea în cadrul rețelelor de energie electrică a curentului alternativ este justificată, printre altele, de existența unui aparat deosebit de simplu și economic, numit transformator, cu ajutorul căruia tensiunea se poate modifica după dorință.

Intensitatea curentului alternativ se măsoară tot în amperi. În acest caz însă, datorită modificării permanente a sensului și valorii intensității în fiecare moment, se ia o valoare a intensității egală cu intensitatea unui curent continuu care produce aceeași degajare de căldură într-o rezistență, ca și curentul alternativ. O astfel de valoare mai poartă numele de valoare efectivă (sau eficace).

De asemenea, tensiunea unei surse de curent alternativ este tot o tensiune efectivă (sau eficace) dacă este luată prin comparație cu o sursă de curent continuu, ca și în cazul intensității curentului, iar unitatea de măsură este tot voltul.

Ca sursă de curent alternativ vom utiliza rețeaua casnică, preluînd curent electric alternativ direct din priză, la tensiunea de 120 V sau 220 V, după cum este rețeaua

respectivă, sau prin intermediul unui transformator, care poate reduce tensiunea la valoarea dorită. Atunci cînd avem nevoie de curent alternativ de altă frecvenţă decît 50 Hz, dar de putere mică, vom utiliza nişte aparate numite oscilatoare electronice, care pot transforma curentul continuu al bateriilor în curent alternativ. De asemenea, cu ajutorul unor aparate numite redresoare se poate transforma curentul alternativ în curent continuu.

Relaţia dintre tensiune, intensitatea curentului şi rezistenţă (legea lui Ohm) este valabilă şi în cazul curentului alternativ.

O proprietate deosebit de importantă a curentului alternativ de înaltă frecvenţă constă în aceea că, dacă este trimis într-un dispozitiv numit *antenă* (uneori un simplu conductor), creează în jurul acestuia un cîmp de unde electromagnetice, cunoscute şi sub numele de unde radio. Undele electromagnetice se propagă în spaţiu cu o viteză foarte mare, egală cu viteza luminii (300 000 km/s). Aceste unde, întîlnind în calea lor conductoare, produc în ele curent alternativ, cu frecvenţa egală cu cea a curentului alternativ care a generat cîmpul de unde. Astfel, undele respective pot fi utilizate (şi se utilizează de altfel cu succes deplin) pentru a realiza transmisii de informaţii la mare distanţă. Undele electromagnetice constituie baza unei importante ramuri a electronicii — radiotehnica. La rîndul ei, radiotehnica cuprinde numeroase domenii ale tehnicii moderne ca: radiodifuziunea, televiziunea, radiolocaţia, radioghidarea etc.

Cu aceste cunoştinţe sumare despre curentul continuu şi alternativ şi despre mărimile care le caracterizează, putem trece acum la cunoaşterea pieselor folosite în electronică şi a caracteristicilor acestora.

Piese şi materiale folosite în montajele realizate de amatori

Aparatele electronice se compun dintr-o serie de piese cu proprietăţi electrice bine definite, care exercită diverse transformări asupra curentului electric. Luate ca un tot

unitar, aceste aparate se prezintă foarte diferit, atît din punctul de vedere al construcției, cît și al funcționării. Dar oricît de diverse ar fi ca funcționare și complexitate a schemei, toate aparatele electronice au în componența lor un număr relativ mic de tipuri de piese, diversitatea lor constînd numai din modurile deosebit de variate în care pot fi combinate aceste piese.

Pentru ca noi să putem realiza în bune condiții aparate electronice simple, trebuie să cunoaștem cîte ceva despre piesele și materialele pe care le vom folosi și despre modul în care recunoaștem și alegem aceste piese și materiale.

Piesele electronice folosite sînt de tipul rezistoarelor, potențiometrelor, condensatoarelor, bobinelor, transformatoarelor, comutatoarelor, diodelor, tranzistoarelor, tuburilor electronice etc. De asemenea, vom utiliza piese și materiale pentru realizarea ansamblărilor mecanice ca: șuruburi, piulițe, nituri, tablă, plăci izolante din pertinax sau textolit etc.

Să vedem, pe rînd, cîteva dintre proprietățile acestor tipuri de piese și materiale.

Rezistoare. Rezistoarele sînt piese care prezintă o anumită rezistență electrică. Adesea ele sînt denumite în mod curent rezistențe. Din punct de vedere constructiv, rezistoarele sînt de două feluri: bobinate sau chimice. Cele bobinate sînt realizate prin înfășurarea unui conductor confecționat din material de mare rezistivitate (nichelină, constantan, manganin) pe un suport ceramic (porțelan radiotehnic) sau de sticlă.

Rezistoarele chimice se realizează, în majoritatea cazurilor, prin depunerea unei soluții speciale pe un suport ceramic. Soluția conține elemente bune conducătoare de electricitate și elemente de legătură. După uscarea soluției se procedează la o coacere a rezistorului, obținîndu-se la suprafața suportului un strat subțire de material bun conducător de electricitate. După fixarea unor elemente de legătură la capete (sîrmă sau coliere), rezistorul se acoperă cu o vopsea de protecție, rezistentă la temperaturi de cîteva sute de grade.

Pentru că există posibilitatea de a fi realizate în întregime automatizat şi la un preţ mai redus, în majoritatea cazurilor sînt folosite rezistoarele chimice, cele bobinate fiind folosite numai în condiţii speciale, cînd este obligatorie utilizarea lor.

Principala caracteristică a unui rezistor este valoarea rezistenţei lui electrice. Deoarece la fabricarea lor apar unele deosebiri între rezistoarele produse în acelaşi lot, fabricantul indică valoarea nominală, de obicei standardizată, valoarea reală fiind apropiată de valoarea nominală. Diferenţa maximă între valoarea nominală şi cea reală a rezistenţei unui rezistor se exprimă în procente şi poartă numele de toleranţă.

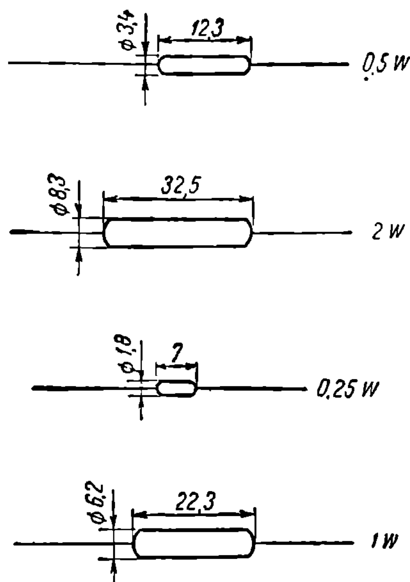
După toleranţă, rezistoarele se împart pe clase de precizie. Pentru rezistoarele utilizate în mod obişnuit se folosesc trei clase de precizie, avînd toleranţele de 20%, 10% şi 5%. De exemplu, un rezistor cu valoarea nominală de 470 Ω, avînd toleranţa de 10%, poate avea orice valoare a rezistenţei cuprinsă între 433 Ω şi 517 Ω. Acelaşi rezistor, avînd toleranţa de 5%, va avea valoarea reală a rezistenţei cuprinsă între 446,5 Ω şi 493,5 Ω.

În afara valorii nominale şi a toleranţei, o altă mărime care interesează este puterea maximă disipată, adică puterea maximă a curentului care nu produce distrugerea rezistorului prin depăşirea temperaturii datorită încălzirii. Puterea disipată se poate calcula cu ajutorul uneia din relaţiile de mai jos:

$$P=U \cdot I; \; P=\frac{U^2}{R}; \; P=R \cdot I^2,$$

unde:
U este tensiunea aplicată, în V;
I — intensitatea curentului, în A;
R — valoarea rezistorului, în ohmi.

Valoarea nominală, toleranţa şi puterea disipată maximă a unui rezistor sînt marcate pe corpul său. Marcajul poate fi realizat în mai multe moduri. Cel mai simplu mod este acela de a înscrie pe corpul rezistorului cele trei caracteristici. De exemplu: 12 kΩ — ±10% — 0,5 W, adică rezistorul are valoarea nominală de 12 kΩ, toleranţa de 10% şi puterea disipată de 0,5 W.



Dimensiunile rezistoarelor fabricate în țara noastră

Fig. 10.

Pentru rezistoarele chimice fabricate în țara noastră la I.P.R.S. — Băneasa, se folosește un sistem simplificat de marcare. Astfel, puterea disipată nu se înscrie, deoarece dimensiunile sînt standardizate după puterea maximă disipată, conform figurii 10. Pentru valoarea nominală marcarea se face fără a se înscrie și simbolul Ω. De exemplu:

470 înseamnă 470 Ω
56 k înseamnă 56 kΩ
1,5 M înseamnă 1,5 MΩ

În sfîrșit, toleranța este înscrisă explicit pe corpul rezistorului, sub valoarea nominală. O inscripție completă se prezintă astfel:

39 k
10%

Uzinele Tesla din R. S. Cehoslovacă utilizează pentru marcarea valorii nominale un sistem simplificat, diferit de cel de la I.P.R.S. — Băneasa, avînd menirea să evite erorile care pot surveni datorită ștergerii virgulei la va-

lorile fracţionare. Exemple de marcare după acest sistem, cu explicarea semnificaţiei, sînt date mai jos:

68 = 68 Ω
k 1 = 100 Ω (0,1 kΩ)
1 k 5 = 1,5 kΩ
M 1 = 100 kΩ (0,1 MΩ)
4 M 7 = 4,7 MΩ

Astfel, prin intercalarea simbolului multiplului între cifra întreagă şi fracţie se evită confundarea valorii (de exemplu, nu se poate confunda 1,5 MΩ cu 15 MΩ).

Marcarea rezistoarelor prin înscrierea valorii nominale pe corpul lor prezintă însă şi unele dezavantaje: posibilitatea ştergerii parţiale a inscripţiei, greutăţi la înscrierea automată în fabrică, dimensiunile prea mici ale inscripţiei în cazul rezistoarelor-miniatură etc. Pentru înlăturarea acestor dezavantaje a fost adoptată o marcare codificată a valorii nominale şi a toleranţei rezistoarelor, prin utilizarea unor inele colorate sau a unor puncte pe corpul lor.

Amplasarea inelelor pe corpul rezistoarelor fabricate în ţara noastră este indicată în figura 11. Primele trei inele indică valoarea nominală, iar al patrulea toleranţa. Cînd cel de-al patrulea inel lipseşte, toleranţa este de 20%. Semnificaţia culorilor inelelor în codul utilizat în ţara noastră, ca de altfel în majoritatea ţărilor, este indicată în tabelul 1.

Se utilizează semnul „—", atunci cînd pentru un anumit inel culoarea respectivă indică absenţa cifrei sau numărului de zerouri, şi semnul „xxx" cînd nu se utilizează culoarea pentru inelul respectiv. Aceasta, deoarece în unele cazuri inelele nu sînt dispuse ca în figură, mai apropiate de capătul din care începe citirea, ci sînt plasate la centru sau chiar la capătul celălalt, fiind posibilă citirea inversă a valorilor. Pentru evitarea erorilor, sub tabel se dau valorile standardizate posibile între 1 şi 10 pentru

Amplasarea inelelor pe corpul rezistorului



Fig. 11.

Codul culorilor pentru rezistoare

Culoarea	Primul inel — prima cifră a valorii nominale	Al doilea inel — a doua cifră a valorii nominale	Al treilea inel — numărul de zerouri sau factor de multipicare	Al patrulea inel — toleranța
Negru	0	0	—	×××
Maro	1	1	0	×××
Roşu	2	2	00	×××
Portocaliu	3	3	000	×××
Galben	4	4	0000	×××
Verde	5	5	00000	×××
Albastru	6	6	000000	×××
Violet	7	7	×××	×××
Gri	8	8	×××	×××
Alb	9	9	×××	×××
Argintiu	×××	×××	×0,01	± 10 %
Auriu	×××	×××	×0,1	± 5 %

rezistoare cu toleranța de 20%, 10% și 5%, pentru celelalte intervale (10—100 etc.), valorile obținîndu-se prin multiplicare.

Valorile standardizate între 1 și 10 sînt:

1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,8; 2; 2,2; 2,4; 2,7; 3; 3,3; 3,6; 3,9; 4,3; 4,7; 5,1; 5,6; 6,2; 6,8; 7,5; 8,2; 9,1; 10.

Atunci cînd prin descifrarea valorilor cu ajutorul codului culorilor se obțin alte cifre pentru primele două inele, înseamnă că citirea a fost făcută invers (în special în cazul marcării numai cu 3 inele) sau au fost confundate culorile.

Pentru exemplificare se dau mai jos cîteva combinații de culori, în ordinea inelelor, cu semnificația lor:

Maro-negru-roșu=1 000 (1K Ω)±20%
Galben-violet-negru-auriu=47 Ω±5%
Albastru-roșu-auriu-auriu=6,2 Ω±5% (62×0,1)
Roșu-roșu-verde-argintiu=2 200 000 Ω(2,2 MΩ)±10%

După un oarecare exercițiu, citirea valorilor rezistoarelor cu ajutorul codului culorilor devine deosebit de ușoară, cu atît mai mult cu cît culorile au o succesiune asemănătoare cu cea din curcubeu, ușurînd învățarea semnificației lor.

Pentru reprezentarea rezistoarelor în scheme se folosește unul din simbolurile indicate în figura 12. Primul simbol este cel standardizat în prezent, al doilea fiind simbolul care a fost utilizat pînă nu de mult, fiind încă întîlnit în scheme. Al treilea simbol este folosit uneori pentru reprezentarea rezistoarelor bobinate. Pe schemă, lîngă simbolul rezistorului, se înscrie valoarea nominală și, dacă este cazul, puterea disipată. În unele cazuri, lîngă simbol se trece numai litera R, urmată de o cifră indicînd numărul rezistorului pe schemă, valoarea nominală și

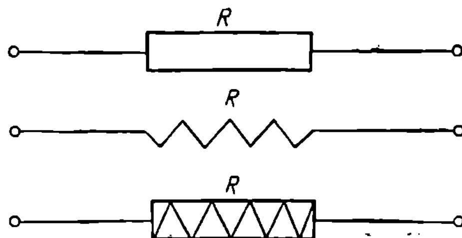


Fig. 12. Simboluri pentru reprezentarea rezistoarelor

puterea înscriindu-se în afara schemei. De exemplu: R 4=560 Ω/1 W.

Nu putem încheia prezentarea rezistoarelor fără a spune cîteva cuvinte despre modul de alegere a rezistoarelor pentru realizarea schemelor. În ceea ce priveşte valoarea nominală şi toleranţa, în marea majoritate a montajelor, cu excepţia aparatelor de măsurat unde se cere o foarte bună precizie, se admit abateri de pînă la 20% ale valorilor, fără ca funcţionarea aparatelor să fie esenţial influenţată.

În ceea ce priveşte puterea disipată maximă, cînd aceasta este indicată pe schemă, se vor alege rezistoare cu putere disipată egală sau mai mare decît cea specificată, utilizarea unor rezistoare cu puterea maximă disipată mai mică fiind contraindicată, deoarece de cele mai multe ori se distrug. Cînd pe schemă nu este indicată valoarea puterii disipate, de regulă pot fi folosite rezistoare de orice putere, în final hotărîtoare fiind în acest caz dimensiunile şi zestrea de piese a constructorului amator.

Atunci cînd nu avem rezistoare cu valoarea cerută, pot fi grupate în serie sau paralel două rezistoare, pentru a obţine o valoare apropiată de cea cerută. La gruparea în serie a două rezistoare de valoare R_1 şi R_2, valoarea rezultantă este $R=R_1+R_2$, iar la gruparea în paralel, valoarea rezultantă este $R=\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1+R_2}$.

Potenţiometre. Potenţiometrele sînt rezistoare a căror rezistenţă electrică poate fi modificată după necesităţi prin rotirea unui ax de comandă. Ca aspect exterior, potenţiometrul se prezintă ca în figura 13.

Aspectul unui potenţiometru

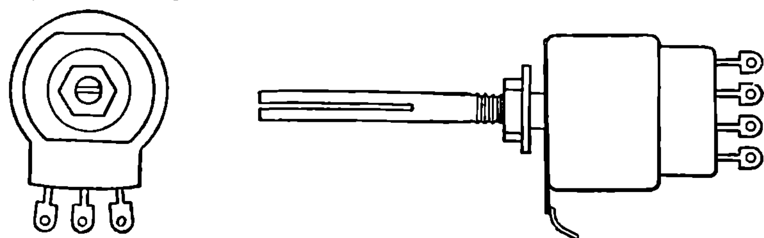


Fig. 13.

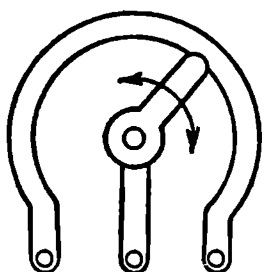


Fig. 14. Potcoava și cursorul unui potențiometru

Constructiv, potențiometrele pot fi realizate sub diverse forme. Dar partea principală a lor este aceeași. Ea constă dintr-o potcoavă de material izolant (pertinax) pe care se realizează un rezistor (fig. 14). Dacă pentru confecționarea rezistorului se folosește sîrmă din material de mare rezistivitate, potențiometrul este bobinat, iar dacă rezistorul se realizează prin depunerea unei soluții de material rezistiv amestecat cu un liant, potențiometrul este chimic. Deoarece realizarea potențiometrelor chimice este mai ușoară și mai ieftină, acestea au o mare răspîndire. Pe suprafața rezistorului se deplasează un cursor care se rotește cu ajutorul unui ax ce trece prin centrul potcoavei. În acest mod, între unul din capetele potcoavei și cursor avem o rezistență electrică corespunzătoare poziției cursorului. Deci, potențiometrul se comportă între unul din aceste capete și cursor ca o rezistență variabilă. Dacă între capete se aplică o tensiune electrică, atunci între unul din capete și cursor vom culege o tensiune mai mică, corespunzătoare raportului în care cursorul împarte rezistența totală a potențiometrului care funcționează în acest caz, ca regulator de tensiune.

Fiecare potențiometru este caracterizat prin valoarea maximă (între capete, sau terminale, cum se numesc în tehnică) a rezistenței. Legea de variație a rezistenței este dată de dependența rezistenței față de unghiul de rotație a cursorului. Cînd rezistența între un terminal și cursor este direct proporțională cu unghiul de rotație, potențiometrul este liniar, iar cînd potențiometrul are alte legi de variație poate fi logaritmic sau exponențial. Potențio-

Simboluri pentru reprezentarea potențiometrelor

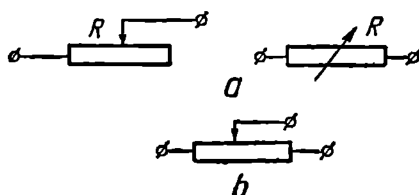


Fig. 15.

metrul fiind și el un rezistor, are o putere disipată maximă admisibilă.

Toate aceste caracteristici sînt trecute pe corpul potențiometrului. De exemplu:

250 kΩ ± 10% lin 0,5 W (potențiometru liniar),

sau

1 MΩ ± 20% log 2 W (potențiometru logaritmic).

Unele fabrici indică legea de variație printr-o literă. De regulă se folosește litera A pentru cele liniare și B pentru cele logaritmice.

Simbolurile pentru reprezentarea potențiometrelor în cele două situații de rezistor valabil (*a*) sau potențiometru propriu-zis (*b*) sînt prezentate în figura 15.

Uneori se folosesc potențiometre care nu au axul scos în afara lor. Acestea pot fi reglate la valoarea dorită cu ajutorul unei șurubelnițe sau al unei chei, și ele se numesc ajustabile sau trimere. Simbolurile folosite pentru ele sînt prezentate în figura 16. Constructiv ele sînt mai simple, de regulă neprotejate cu capac sau tablă.

În ceea ce privește alegerea potențiometrelor pentru realizarea montajelor, principalul criteriu rămîne valoarea nominală. În ceea ce privește legea de variație, atunci cînd în schemă se specifică tipul (liniar sau logaritmic), este bine să se respecte această indicație. Folosirea unui tip în locul altuia are drept consecință modificarea modului de reglare a unor caracteristici ale aparatelor.

Simboluri pentru reprezentarea rezistențelor ajustabile

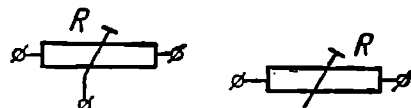
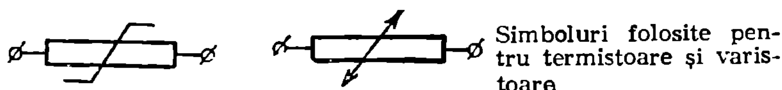


Fig. 16.

Fig. 17



Simboluri folosite pentru termistoare şi varistoare

De regulă, în aparatele care amplifică sunete se recomandă folosirea potenţiometrelor logaritmice, iar la aparatele de măsurat se recomandă folosirea potenţiometrelor liniare, care sînt mai precise.

Termistoare şi varistoare. Termistoarele şi varistoarele fac parte tot din categoria rezistoarelor. Ele se caracterizează prin modificarea valorii nominale a rezistenţei electrice la modificarea temperaturii lor, în cazul termistoarelor, sau la modificarea tensiunii aplicate, în cazul varistoarelor. Ca urmare, termistoarele se folosesc la compensarea variaţiilor caracteristicilor aparatelor datorită modificării temperaturii, iar varistoarele pentru compensarea variaţiilor unor tensiuni (de exemplu, pentru menţinerea automată a dimensiunilor imaginii la televizoare, în cazul variaţiei tensiunii).

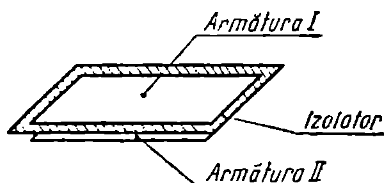
Termistoarele şi varistoarele sînt reprezentate prin scheme ca în figura 17.

Pentru a fi folosite la aparate, ele trebuie alese în funcţie de valoarea rezistenţei nominale şi, atunci cînd se specifică, după rapiditatea de variaţie a rezistenţei cu temperatura sau cu tensiunea.

Fotorezistenţe. Sînt rezistoare a căror rezistenţă electrică se modifică sub influenţa luminii. De aceea, ele vor fi folosite în dispozitive de automatizare, bazate pe variaţii de iluminare.

Condensatoare. Sînt constituite din două armături bune conducătoare de electricitate, separate de un material izolator (fig. 18). Dacă una din armături este încărcată cu

Fig. 18.



Construcţia condensatoarelor

sarcini electrice pozitive, pe cealaltă apar sarcini electrice negative în aceeaşi cantitate. Astfel, condensatorul se încarcă cu electricitate şi îşi poate menţine un timp îndelungat încărcarea. Această proprietate a condensatorului poartă numele de capacitate electrică. Capacitatea electrică a unui condensator este cu atît mai mare cu cît suprafaţa armăturilor este şi ea mai mare, iar distanţa dintre armături mai mică. De asemenea, o influenţă mare o are şi materialul izolator, caracterizat prin aşa-numita *constantă dielectrică*. Aceasta indică de cîte ori capacitatea unui condensator este mai mare, avînd materialul izolator între plăci, faţă de situaţia în care între plăci (armături) se găseşte aer. Ca suprafeţe ale armăturilor se consideră numai cele plasate faţă în faţă.

Capacitatea electrică are ca unitate de măsură *faradul*, notat simbolic cu litera F. Dar această unitate de măsură este însă prea mare pentru a fi folosită în proctică. De aceea sînt folosiţi submultiplii săi, cei mai uzuali fiind microfaradul (μF), nanofaradul (nF) şi picofaradul (pF). Legăturile dintre submultipli şi farad sînt date de relaţiile:

1 F = 1 000 000 μF = 1 000 000 000 nF = 1 000 000 000 000 pF

1 nF = 1 000 pF

1 μ F = 1 000 nF = 1 000 000 pF

Uneori capacităţile se exprimă şi în centimetri, existînd următoarea relaţie:

1 pF = 0,9 cm.

Simbolic, în schema de circuite, condensatoarele se reprezintă ca în figura 19.

Ce se întîmplă dacă vom realiza un circuit compus dintr-o sursă de curent continuu, un întreruptor, şi un condensator? Va circula sau nu curent electric? Circuitul propus este prezentat în figura 20.

Simbolul condensatorului

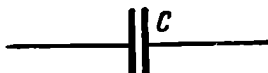


Fig. 19.

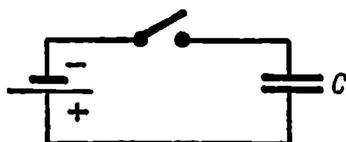


Fig. 20. Condensatorul în circuit de curent continuu

În momentul închiderii întreruptorului, condensatorul începe să se încarce cu electricitate și procesul durează pînă cînd tensiunea dintre cele două armături devine egală cu aceea a sursei de alimentare. În tot acest interval are loc o mișcare de sarcini electrice, deci apare un curent electric. Cînd tensiunea de pe condensator devine egală cu aceea a sursei, curentul prin circuit încetează. Dacă la un condensator încărcat se leagă între ele cele două borne un conductor, atunci se constată că sarcinile de pe armături se neutralizează reciproc, iar în timpul acestei neutralizări circulă un curent electric, care încetează la scurt timp după aceea. Deci, într-un circuit de curent continuu, condensatorul absoarbe un curent la încărcare, după care, datorită izolației dintre armături, curentul nu mai circulă. Lăsînd la o parte momentul foarte scurt, cît durează încărcarea sau descărcarea condensatorului, se poate afirma că prin condensator curentul continuu nu trece.

Dacă însă sursa noastră este de curent alternativ, are loc un fenomen interesant: deoarece sursa își schimbă polaritatea periodic, la fiecare schimbare de polaritate condensatorul se descarcă și se încarcă cu noua polaritate. Ca urmare, prin circuit va circula un curent alternativ, datorită acestui fenomen de încărcare-descărcare a condensatorului, la modificarea polarității sursei de curent alternativ. Deci, fără a trece prin izolația dintre armături, curentul alternativ trece totuși prin condensator. Intensitatea curentului alternativ care trece prin condensator este cu atît mai mare cu cît frecvența curentului este mai mare și cu cît capacitatea condensatorului este și ea mai mare.

Faptul că prin condensator curentul continuu nu trece, dar cel alternativ trece, face ca această piesă să fie des utilizată la separarea curentului alternativ de cel continuu,

în circuitele prin care trece atît curent continuu cît și alternativ.

De asemenea, oprirea curentului continuu de către condensator ne conduce la o altă caracteristică a sa — tensiunea maximă de lucru pe care o poate suporta izolația dintre armături.

După valoarea capacității, condensatoarele se împart în două grupe: condensatoare fixe, care nu-și modifică valoarea capacității, și condensatoare variabile, a căror capacitate poate fi reglată în anumite limite, după dorință.

Condensatoarele fixe se împart în mai multe grupe, după natura materialului folosit ca izolator (dielectric) între armături. Avem astfel mai multe tipuri, cele mai des întîlnite fiind:

— *Condensatoarele ceramice,* care au ca izolator un suport de porțelan radiotehnic, în formă de plăcuță sau de tub. Pe cele două fețe ale plăcuței sau pe suprafețele interioară și exterioară ale tubului se depun două straturi subțiri de argint, care constituie cele două armături ale condensatorului. De aceste armături se lipesc două sîrme care constituie terminalele (bornele) condensatorului. După aceasta, piesa se acoperă cu o vopsea rezistentă.

— *Condensatoarele styroflex,* care au ca izolație o foiță de polistiren. Se realizează prin așezarea succesivă a patru foițe, una de polistiren, una de staniol, una de polistiren și alta de staniol, care apoi se răsucesc, obținîndu-se un sul (fig. 21). Cele două foițe de staniol constituie armăturile și de la ele se scot, în afara sulului, două sîrme (terminale). Apoi întregul sul se protejează într-o peliculă de polistiren.

— *Condensatoarele cu hîrtie,* la care se folosește drept izolație o hîrtie specială, cu bune proprietăți izolante.

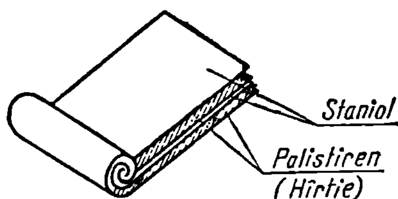


Fig. 21. Construcția condensatoarelor cu polistiren și hîrtie

Sînt realizate ca şi condensatoarele styroflex. După aceea, vor fi protejate într-un material plastic în tuburi metalice.

Condensatoarele cu mică, la care drept izolaţie sînt folosite plăcuţe dintr-un mineral numit mică. Se realizează ca şi condensatoarele ceramice şi au avut o largă răspîndire pînă la punerea la punct a unor procedee ieftine de fabricare a condensatoarelor ceramice.

— *Condensatoarele electrolitice,* care au drept izolaţie un strat subţire de oxid de aluminiu. Armăturile pozitivă şi negativă sînt diferite. Cea pozitivă este constituită dintr-o foiţă de aluminiu oxidat, iar cea negativă dintr-o soluţie pusă în contact cu o foiţă de aluminiu neoxidat. Ca urmare, la aceste condensatoare se va specifica obligatoriu polaritatea armăturilor, atît pe schemă cît şi pe piesă. De aceea şi simbolul lor este diferit. Acest tip de condensator este prezentat în figura 22. El este protejat de un tub de aluminiu închis etanş, corpul tubului fiind de regulă legat la armătura negativă.

La toate condensatoarele fixe se indică: valoarea capacităţii nominale, toleranţa, tensiunea maximă de lucru, iar le cele electrolitice şi polaritatea bornelor.

Pentru indicarea valorii capacităţii nominale, a toleranţei şi a tensiunii de lucru se folosesc de obicei inscripţii trecute pe corpul condensatorului. De exemplu:

$$0{,}022\mu F \pm 20\%$$

1 000 V

Pentru condensatoarele styroflex fabricate în ţara noastră la I.P.R.S. — Băneasa, se foloseşte un sistem codificat de indicare a tensiunii de lucru, care constă în colorarea unuia din capetele condensatorului.

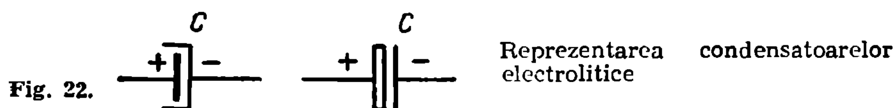
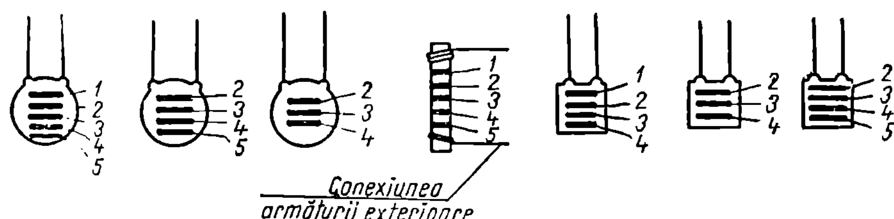


Fig. 22. Reprezentarea condensatoarelor electrolitice



Marcarea condensatoarelor ceramice fabricate în țara noastră — Fig. 23.

Semnificația culorilor este următoarea:

Albastru	25 V
Galben	63 V
Roșu	160 V
Verde	250 V
Negru	630 V
Negru+inscripție	1 000 V

— *Condensatoarele ceramice* fabricate în țara noastră sînt marcate și cu ajutorul unui cod al culorilor, asemănător cu cel de la rezistoare. Modurile de amplasare a dungilor (în cazul condensatoarelor plachetă) sau a inelelor sînt arătate în figura 23. Marcajul poate fi făcut cu 3,4 sau 5 dungi. La fiecare caz s-au numerotat dungile după semnificația lor. Cînd lipsește prima linie din totalul de 5, a fost păstrat tot numărul 2 pentru prima linie de pe condensator, pentru a păstra semnificația. Cînd pe condensator sînt toate dungile (5), semnificația lor, în ordinea de la terminale spre partea opusă, este:

Prima linie	=coeficient de temperatură.
A 2-a linie	=prima cifră a valorii.
A 3-a linie	=a doua cifră a valorii.
A 4-a linie	=numărul de zerouri.
A 5-a linie	=toleranța.

Coeficientul de temperatură indică modificarea capacității la modificarea temperaturii. Nefiind o caracteristică esențială pentru montajele de amatori, nu se va da semnificația culorilor pentru prima linie. Lăsînd la o parte și ultima linie, care indică toleranța, cele trei linii

care dau valoarea capacităţii au exact aceeaşi semnificaţie ca şi primele trei inele de la codul culorilor pentru rezistoare (tabelul 1). Valoarea capacităţii se obţine în picofarazi.

În ceea ce priveşte alegerea condensatoarelor fixe pentru realizarea construcţiilor, se va respecta valoarea nominală şi tensiunea de lucru indicate în schemă. În ceea ce priveşte tensiunea de lucru, aceasta poate fi mai mare la condensatorul ales faţă de cea indicată în schemă, dar niciodată mai mică.

Condensatoarele pot fi grupate şi ele în serie sau paralel, după necesităţi. Dacă C_1 şi C_2 sînt capacităţile a două condensatoare, atunci prin gruparea în serie se obţine o capacitate rezultantă $C=\frac{C_1 \ C_2}{C_1+C_2}$, iar prin gruparea în paralel se obţine o capacitate rezultantă $C=C_1+C_2$.

Condensatoarele variabile sînt constituite din două grupuri de plăci metalice. Un grup de plăci este fix, formînd statorul, iar celălalt este fixat pe un ax, formînd rotorul. La rotirea axului, plăcile rotorului pătrund între pălcile statorului, fără a le atinge, capacitatea condensatorului modificîndu-se după cum aria de suprapunere a celor două grupuri de plăci este mai mare sau mai mică. Între cele două grupuri de plăci poate fi aer, şi atunci condensatorul se spune că este cu aer; mai pot fi şi plăcuţe dintr-un material izolant (hîrtie, mică, polietilenă etc.) şi atunci condensatorul este cu dielectric solid. Condensatoarele variabile cu aer sînt mai mari ca dimensiuni decît cele cu dielectric solid, dar prezintă avantajul unei precizii mai bune, avînd şi pierderi în izolaţie mai mici,

Ca aspect, un condensator variabil cu aer se prezintă ca în figura 24, iar simbolul folosit în scheme este dat în figura 25.

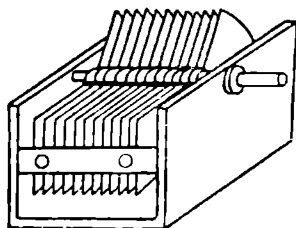


Fig. 24. Condensator variabil

Reprezentarea condensatorului variabil



Fig. 25.

Deoarece condensatoarele variabile nu au în general marcată valoarea maximă a capacității pe ele, aceasta fiind cuprinsă, de exemplu, între 150 și 500 pF, la fiecare construcție care va folosi condensator variabil se va indica și tipul sau tipurile de radioreceptoare la care se folosește pentru a înlesni procurarea sa. De asemenea se vor da și variante de înlocuire.

Bobine și circuite oscilante. Bobinele au un rol important în construcția aparatelor de recepție și a emițătoarelor, fiind însă folosite și la alte aparate. Constructiv, o bobină este realizată prin înfășurarea unui conductor izolat la exterior pe un suport de material izolant. Fenomenul care stă la baza funcționării bobinei este cel de autoinducție, deoarece curentul electric are proprietatea de a crea un cîmp magnetic în jurul conductorului pe care îl străbate. Cuplînd o bobină la o sursă de curent continuu, în interiorul lui apare un cîmp magnetic produs de trecerea curentului electric. La rîndul său, acest cîmp magnetic produce, în spirele bobinei un curent de sens opus sensului curentului inițial, numit curent de inducție, care se opune creșterii intensității curentului prin bobină. Drept urmare, intensitatea curentului atinge valoarea maximă corespunzătoare rezistenței electrice a conductorului din care este confecționată bobina cu o anumită întîrziere. La întreruperea circuitului, fenomenul se produce invers, intensitatea curentului scăzînd lent și nu brusc, datorită curentului de inducție care se opune acum scăderii curentului din bobină. Deoarece fenomenul are loc în spirele aceleiași bobine a fost numit autoinducție. Intensitatea acestui fenomen depinde de o mărime a bobinei, numită inductanță. Inductanța este mai mare cînd numărul de spire al bobinei este mai mare și cînd dimensiunile bobinei sînt mai mari. De asemenea, inductanța crește cînd în interiorul bobinei se găsește un miez confecționat din materiale feromagnetice și scade dacă în interiorul bobinei se introduc miezuri de alamă sau aluminiu.

Unitatea de măsură pentru inductanță se numește *henry* (H). El are doi submultipli mai des utilizați: milihenryul (mH) și microhenryul (μH), existînd relațiile:

$$1 H = 1\,000 \text{ mH} = 1\,000\,000 \text{ μH}$$

$$1 \text{mH} = 1\,000 \text{ μH}$$

Fenomenul de autoinducție este deosebit de important în cazul curentului alternativ. Aceasta se datorește proprietății curentului alternativ de a-și schimba sensul periodic, avînd creșteri și descreșteri de intensitate. Datorită autoinducției, curentul alternativ întîmpină o opoziție mult mai mare la trecerea printr-o bobină decît în cazul în care ar conta numai rezistența electrică a conductorului din care este confecționată bobina. Această opoziție este cu atît mai mare cu cît inductanța bobinei este mai mare și cu cît frecvența curentului alternativ este mai mare. Deoarece, în cazul curentului continuu, după depășirea primului moment în care se manifestă autoinducția, intensitatea curentului atinge o valoare determinată numai de rezistența conductorului, înseamnă că bobina poate fi folosită ca element care să lase să treacă curentul continuu și să oprească curentul alternativ, deci ca element de separare al celor două feluri de curent electric în circuitele în care sînt împreună.

Ca aspect constructiv se disting trei tipuri de bobine: cu aer (fără miez), cu miez din pulberi feromagnetice presate (ferite, ferocart etc.) și cu miez din tole de tablă de ferosiliciu sau aliaje cu proprietăți magnetice deosebite (de exemplu, permaloy). Fiecare din aceste tipuri poate

Bobine diferite

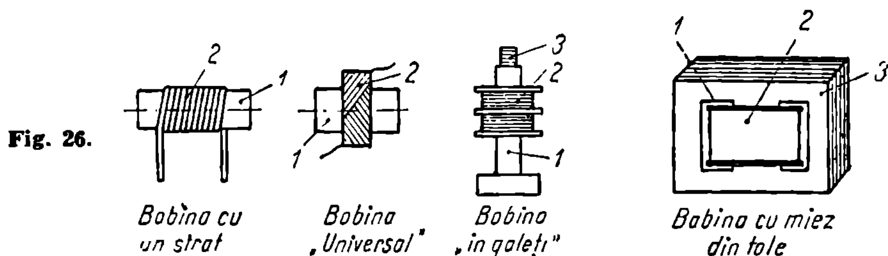


Fig. 26.

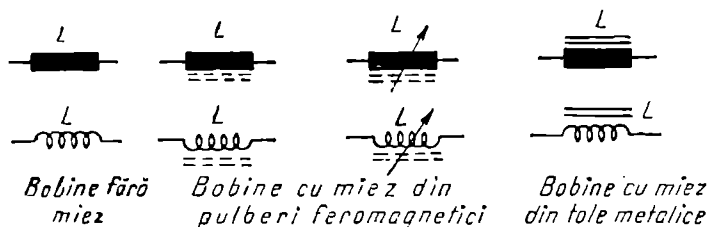


Fig. 27.

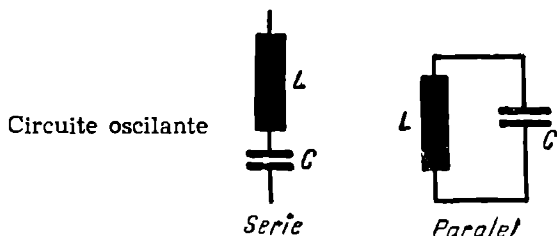
Reprezentarea bobinelor

avea spirele așezate într-un singur strat, în mai multe straturi, în „galeți" (despărțituri), în „fagure" (spirele de pe două straturi sînt așezate încrucișat unele față de altele) sau „universal" (asemănător cu așezarea straturilor de ață pe tubul de carton cu care se cumpără). În figura 26 se prezintă cîteva forme constructive de bobine.

După frecvența curentului alternativ, bobinele pot fi de radiofrecvență sau de audiofrecvență. Cele de radiofrecvență au inductanță mică, fiind fără miez sau cu miez din pulberi feromagnetice. Cele de audiofrecvență au inductanța mare, avînd miezuri din tole.

Simbolic, bobinele se desenează în scheme ca în figura 27. Rîndul de sus reprezintă simbolul actual, iar cel de jos reprezintă simbolul folosit în urmă cu cîțiva ani. La unele bobine cu miez din pulberi metalice, poziția acestuia poate fi reglată, permițînd modificarea inductanței.

O aplicație deosebit de importantă a bobinelor se obține prin asocierea lor cu condensatoarele, la realizarea circuitelor oscilante. Un circuit oscilant se obține prin legarea în paralel sau în serie a unui condensator cu o bobină (fig. 28). Funcționarea lor este asemănătoare, așa



Circuite oscilante

Fig. 28.

că ne vom ocupa doar de circuitul oscilant paralel. Fenomenul esențial care are loc în acest circuit constă în faptul că atunci cînd condensatorul este încărcat cu o anumită polaritate, la un moment dat (de exemplu „+“ pe armătura de sus și „—“ pe armătura de jos), curentul de descărcare ce ia naștere prin bobină nu se stinge în momentul în care sarcinile de pe armături se neutralizează, ci continuă datorită fenomenului de autoinducție, pînă la încărcarea condensatorului cu polaritate inversă („—“ pe armătura superioară și „+“ pe armătura inferioară). Apoi începe din nou descărcarea condensatorului, urmată de reîncărcarea lui, curentul circulînd în sens invers prin bobină, ciclul repetîndu-se. Pe condensator apare astfel o tensiune alternativă, iar prin bobină trece un curent alternativ. Au luat astfel naștere oscilații electrice în circuitul format. Aceste oscilații au o frecvență fixă, determinată exclusiv de capacitatea condensatorului și inductanța bobinei, numită frecvența de rezonanță a circuitului. Cu timpul, aceste oscilații se sting datorită unor pierderi de energie în elementele circuitului. În aparate electronice speciale, numite oscilatoare, pierderile de energie pot fi compensate, oscilațiile producîndu-se permanent, întregul aparat devenind astfel un generator de curent alternativ de o frecvență determinată. Dacă în locul unui condensator fix se folosește un condensator variabil, frecvența poate fi modificată.

Dacă unui circuit oscilant i se aplică o sumă de curenți alternativi de frecvențe diferite, de exemplu de la o antenă care recepționează unde radio de la diverse stații de emisie care se deosebesc prin frecvența pe care o emit, doar curentul a cărui frecvență este egală cu frecvența de rezonanță a circuitului determină apariția unor oscilații electrice permanente în circuit. Numai în felul acesta este posibilă alegerea stației pe care dorim s-o recepționăm, prin modificarea frecvenței de rezonanță a circuitului oscilant, cu ajutorul unui condensator variabil. Pe acest principiu funcționează orice radioreceptor, indiferent de gradul său de complexitate.

Transformatoare. Acestea formează o categorie de piese cu largi aplicații în electrotehnică și electronică. Func-

ționarea lor are la bază fenomenul de inducție care apare între două bobine apropiate cu axele paralele. Inducția constă în aceea că variațiile curentului dintr-o bobină fac să apară o tensiune indusă în spirele celeilalte. Deoarece fenomenul apare numai la variația curentului din prima bobină, transformatorul folosește numai pentru curentul alternativ.

Bobina alimentată de la o sursă de curent alternativ este bobină primară, iar aceea la bornele căreia se culege tensiunea indusă este bobină secundară.

Transformatoarele se împart în două grupe, după frecvența curentului alternativ la care lucrează: transformatoare de radiofrecvență și transformatoare de audiofrecvență.

Transformatoarele de radiofrecvență constau din două bobine fără miez sau cu miez din pulberi feromagnetice, avînd o inductanță relativ mică (maximum pînă la sute de milihenry) și situate la oarecare distanță una de alta. De regulă, întreaga construcție este protejată de influențele altor bobine sau unde perturbatoare, cu un tub (ecran, blindaj) de aluminiu. Aspectul și simbolul unui transformator de radiofrecvență sînt arătate în figura 29.

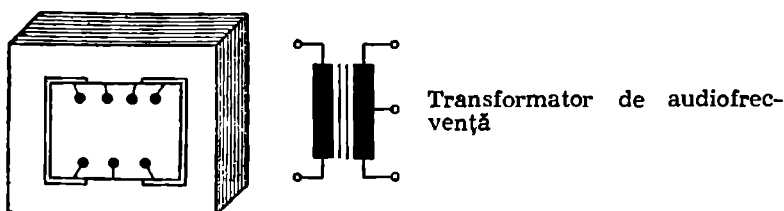
Transformatoarele de audiofrecvență, deoarece necesită inductanțe mari (de ordinul henrylor), se realizează pe miezuri din tole din aliaje feromagnetice (ferosiliciu, permaloy), iar bobinele sînt strîns cuplate, fiind bobinate pe același miez și avînd un număr mare de spire. De obicei, bobinele se realizează pe aceeași carcasă, una peste alta sau una lîngă alta. Aspectul și simbolul trans-



Transformator de radiofrecvență

Fig. 29.

Fig. 30.



Transformator de audiofrecvență

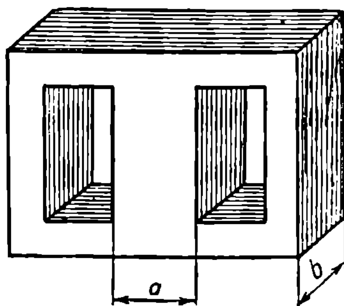
formatoarelor de audiofrecvență sînt prezentate în figura 30.

La transformatoarele de audiofrecvență, între numărul de spire al bobinelor, tensiunile din înfășurarea (bobina) primară și cea secundară și intensitățiile curenților din cele două înfășurări există o strînsă legătură. Dacă notăm cu N_1 numărul de spire al înfășurării primare, cu N_2 numărul de spire al înfășurării secundare, cu U_1 tensiunea din înfășurarea primară, cu U_2 tensiunea din înfășurarea secundară, cu I_1 intensitatea curentului din înfășurarea primară și cu I_2 intensitatea curentului din înfășurarea secundară, există relațiile:

$$\frac{U_1}{U_2}=\frac{N_1}{N_2} \text{ și } \frac{I_1}{I_2}=\frac{N_2}{N_1}.$$

În afară de numărul de spire al fiecărei înfășurări, la construcția transformatoarelor de audiofrecvență un rol important îl are aria secțiunii miezului. Din figura 30 se vede că bobinele se plasează în interiorul miezului. Dacă se desenează miezul fără bobine (fig. 31) se con-

Fig. 31.



Aspectul și dimensiunile unui miez pentru transformator

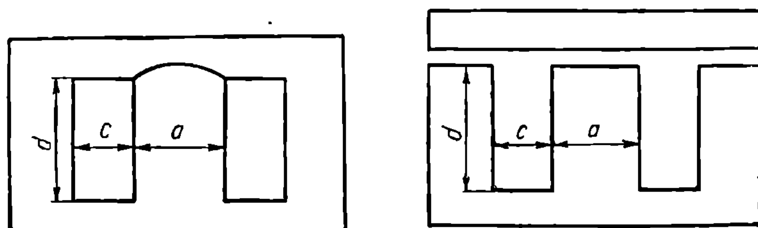


Fig. 32.

Dimensiunile tolelor

stată că există o lățime a porțiunii pe care se montează bobina, notată *a*, și o grosime a miezului, *b*. Tolele uzuale sînt realizate din tablă groasă de 0,35—0,5 mm (fig. 32), sub forma de „manta" sau „E+I". Se vede că lățimea *a* reprezintă chiar lățimea limbii centrale a tolei, iar grosimea miezului *b* se obține prin înmulțirea numărului de tole cu grosimea unei tole. Aria secțiunii miezului este dată de relația:

$$S=a \cdot b$$

și se exprimă în cm^2. De asemenea, aria zonei în care intră bobina, numită fereastră, are și ea un rol în ceea ce privește construcția transformatorului. Aria ferestrei este dată de relația:

$$S_{Fe}=c \cdot d$$

Tolele $E+I$ pot fi introduse în carcasă fie alternativ, fie toate tolele *E* într-o parte, iar tolele *I* în cealaltă parte, cu spațiu între ele (fig. 33). În primul caz transformatorul se spune că este fără întrefier, iar în al doilea caz se spune că este cu întrefier.

Modul de asamblare al miezurilor

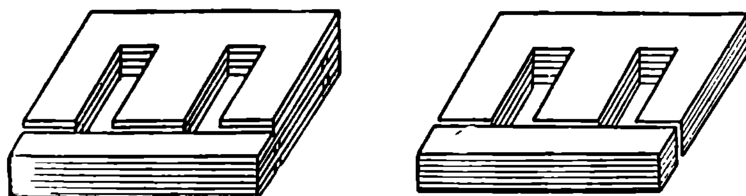


Fig. 33.

Transformatoarele de audiofrecvență lucrează în general pe domenii largi de frecvențe, de exemplu în toată gama de frecvențe audio (corespunzătoare frecvențelor sunetelor pe care le percepe urechea omenească), adică 16 Hz—16 kHz.

Între transformatoarele de audiofrecvență există o categorie specială des utilizată, care lucrează pe o singură frecvență: 50 Hz. Sînt transformatoarele de rețea, care au o înfășurare primară alimentată la tensiunea rețelei publice (120 V sau 220 V) și una sau mai multe înfășurări secundare, de la care se obțin tensiunile necesare alimentării diferitelor aparate.

În ceea ce privește construcțiile propuse în prezenta lucrare, pentru a fi realizate, la fiecare aparat vor fi date detaliile necesare pentru confecționarea transformatoarelor sau indicate tipurile de transformatoare care pot fi procurate din comerț, ori vor fi oferite ambele variante, după caz.

Diode și tranzistoare. Diodele și tranzistoarele fac parte din categoria dispozitivelor semiconductoare apărute în electronică abia în ultimele decenii, dar care, datorită unor multiple avantaje pe care le oferă, au luat o mare dezvoltare, reușind să se impună cu autoritate în electronică.

La baza dispozitivelor semiconductoare stau două elemente, germaniul și siliciul, care în stare cristalină prezintă unele proprietăți interesante. Astfel, cristalele pure de germaniu și siliciu prezintă o rezistivitate mare în raport cu materialele bune conducătoare de electricitate, dar mică în raport cu materialele rele conducătoare de electricitate, situîndu-se undeva între ele, de unde și denumirea de semiconductoare. Dacă însă în structura lor se introduc impurități, rezistivitatea lor scade foarte mult, fiind comparabilă cu a metalelor. S-a constatat că dacă se folosesc ca impurități stibiul sau arsenul, în corpul semiconductorului apar electroni liberi, ca și la metale. Acest semiconductor cu impurități a fost numit semiconductor de tip N. Dacă în locul stibiului sau arsenului se introduce ca impuritate indiul, în corpul semiconductorului apare o lipsă de electroni, „goluri". Acest semiconductor a fost numit semiconduc-

Joncţiunea P—N

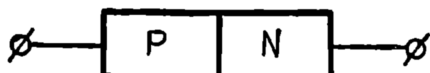


Fig. 34.

tor de tip P. Semiconductoarele de tip N şi P se comportă ca nişte conductoare obişnuite.

Dioda se obţine prin alăturarea a două zone formate din semiconductoare de tip diferit (fig. 34). Dacă pe acest dispozitiv se aplică o tensiune avînd polaritatea „+" spre zona P şi „—" spre zona N, prin dispozitiv circulă curent electric. Dacă se schimbă polaritatea tensiunii, aplicînd „—" pe zona P şi „+" pe zona N, prin dispozitiv nu trece curent electric. Deci dioda lasă să treacă curentul electric numai într-un sens, comportîndu-se ca o supapă în instalaţiile hidraulice.

Pe scheme, dioda se reprezintă cu simbolul din figura 35. Vîrful triunghiului reprezintă sensul în care circulă curentul (sensul convenţional) atunci cînd dioda este polarizată direct. Triunghiul se numeşte *anod,* iar linia se numeşte *catod.* Dioda conduce atunci cînd se aplică tensiune cu polaritate pozitivă pe anod (deci negativă pe catod).

În sensul conducţiei, dioda nu poate suporta orice intensitate a curentului. Fiecare tip de diodă are o intensitate maximă a curentului direct. De asemenea, în sensul blocării, tensiunea aplicată nu poate fi oricît de mare, deoarece dioda se poate distruge, existînd pentru fiecare tip de diodă o tensiune inversă maximă admisibilă.

Dacă în locul unei surse de curent continuu vom folosi o sursă de curent alternativ, atunci dioda va conduce ori de cîte ori pe anod vom avea alternanţa pozitivă şi se va bloca ori de cîte ori pe anod vom avea alternanţa negativă. Deci, dioda poate separa alternanţele pozitive de cele negative, în cazul unui curent alternativ. Aceasta este de fapt funcţia sa principală în aparatele electronice. Fiecare

Simbolul diodei

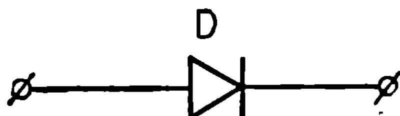


Fig. 35.

tip de diodă are o frecvenţă maximă a curentului alternativ pînă la care poate lucra.

Ca tipuri de diode pot fi date ca exemple următoarele:

— *Diodele cu joncţiune* sînt folosite la frecvenţe joase, în aparate care transformă curentul alternativ în curent continuu, numite redresoare. Au în general tensiuni inverse mari, la care pot lucra, de asemenea, şi intensităţi de curent relativ mari. Ca exemple mai cunoscute sînt: EFR 135 (50 V, 3 A), DR 301 (100 V, 100 mA), DR 302 (200 V, 100 mA), DR 303 (300 V, 100 mA), DR 304 (400 V, 100 mA), DR 305 (500 V, 100 mA), toate de fabricaţie românească şi D7E (350 V, 300 mA) D7J (400 V, 300 mA) de fabricaţie sovietică (în paranteză au fost indicate tensiunea inversă maximă şi curentul direct maxim, conform catalogului).

— *Diode punctiforme*, folosite la frecvenţe înalte, la etajele de detecţie ale aparatelor. Au tensiuni inverse maxime, de ordinul a 20 V—50 V şi curenţi direcţi sub 10 mA. Ca tipuri mai cunoscute sînt: EFD 103, EFD 105, EFD 106, EFD 107, EFD 108, EFD 109, EFD 110, EFD 115, toate de fabricaţie românească, şi tipurile sovietice din seria D2A-D2E.

— *Diode Zener*, folosite ca stabilizatoare de tensiune. Ele au o proprietate care constă în faptul că la o anumită valoare a tensiunii inverse aplicate, încep să conducă şi menţin tensiunea la borne constantă, chiar la variaţii mari ale intensităţii curentului. Dintre tipurile româneşti cele mai mult folosite sînt DZ 306 (6 V), DZ 307 (7 V), DZ 308 (8 V), DZ 309 (9 V), în paranteză indicîndu-se tensiunea stabilizată. Intensitatea maximă a curentului este de 23 mA.

— *Fotodiodele*, care îşi schimbă caracteristicile (valoarea intensităţii curentului) la modificarea iluminării, fiind folosite la diverse automatizări bazate pe fascicole de lumină. În ţara noastră se fabrică următoarele: DF2 şi DF3.

— *Tranzistorul* se obţine prin alăturarea a trei zone de diferite tipuri de semiconductor, în succesiunea PNP sau NPN, obţinîndu-se un tranzistor de tip pnp sau npn. O condiţie este aceea ca zona de la mijloc să fie foarte subţire. Cele trei zone se numesc, în ordine, emitor, bază şi

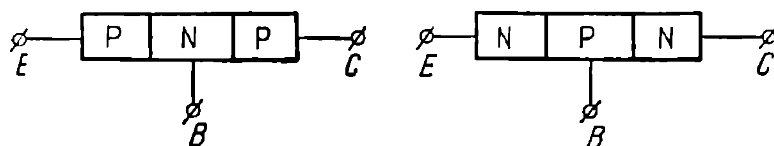


Fig. 36.

Joncţiunile PNP şi NPN

colector (fig. 36). De la cele trei zone se scot în exterior trei conexiuni. Luînd separat baza cu colectorul şi baza cu emitorul, constatăm o situaţie similară cu cea de la diode, adică joncţiunile emitor-bază şi colector-bază conduo curentul numai într-un sens, permiţînd reprezentarea tranzistoarelor cu o schemă echivalentă cu două diode (fig. 37). Această schemă este valabilă numai cînd se iau în consideraţie separat cele două joncţiuni (E-B şi C-B). Funcţionarea tranzistorului prezintă o serie de particularităţi importante ce îl deosebesc fundamental de schema echivalentă care îl reprezintă cu ajutorul a două diode. De aceea şi reprezentarea lui reală se realizează cu ajutorul unor simboluri prezentate în figura 38 pentru fiecare din cele două tipuri. Deosebirea dintre reprezentarea tranzistoarelor pnp şi npn constă în sensul săgeţii cu care este reprezentat emitorul, în rest simbolurile sînt aceleaşi.

Pentru a înţelege cum funcţionează un tranzistor, să privim schema din figura 39. Tranzistorul de tip pnp are conectată între emitor şi colector o baterie cu borna „+" spre emitor şi borna „—" spre colector, adică regiunea *P* a emitorului este polarizată direct, iar regiunea *P* a colectorului este polarizată invers. Acesta este circuitul colectorului. Între bază şi emitor se conectează o baterie cu

Echivalarea tranzistoarelor cu diode

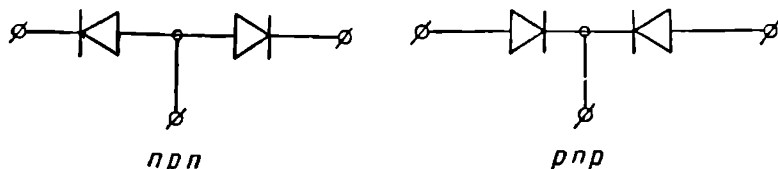


Fig. 37.

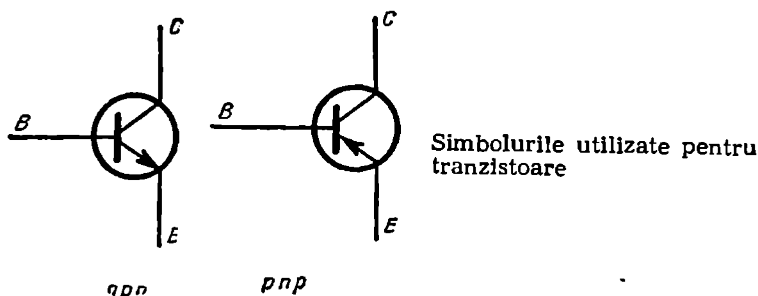


Fig. 38. Simbolurile utilizate pentru tranzistoare

tensiune mai scăzută, cu polaritatea astfel aleasă încît dioda echivalentă E-B să fie polarizată în sensul conducției. Acesta este circuitul bazei, în care mai găsim și întreruptorul I. Dacă întreruptorul I este deschis, se constată că în circuitul colectorului intensitatea curentului este foarte mică, datorită polarizării inverse a colectorului. Acest curent foarte mic este cunoscut sub numele de curent rezidual sau invers al colectorului, fiind notat simbolic I_{C_0} sau mai corect I_{CE_0}, deoarece circulă între colector și emitor. Dacă se închide întreruptorul I se constată un fenomen interesant: între bază și emitor începe să circule un curent, însă de intensitate mică, deși dioda E-B este polarizată direct, iar curentul de colector realizează un salt, valoarea intensității sale fiind mult mai mare decît intensitatea curentului din circuitul bazei și decît curentul rezidual I_{C_0}. Înseamnă că aplicînd curenți de intensitate mică în circuitul bazei obținem curenți de intensitate mare în circuitul colectorului. Aceasta este proprietatea esențială a tranzistorului, amplificarea curenților.

Se constată că între curentul colectorului și curentul bazei există un raport bine determinat pentru fiecare

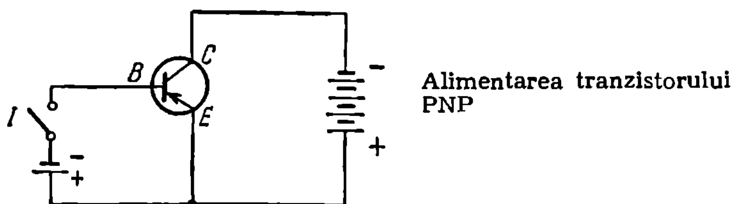


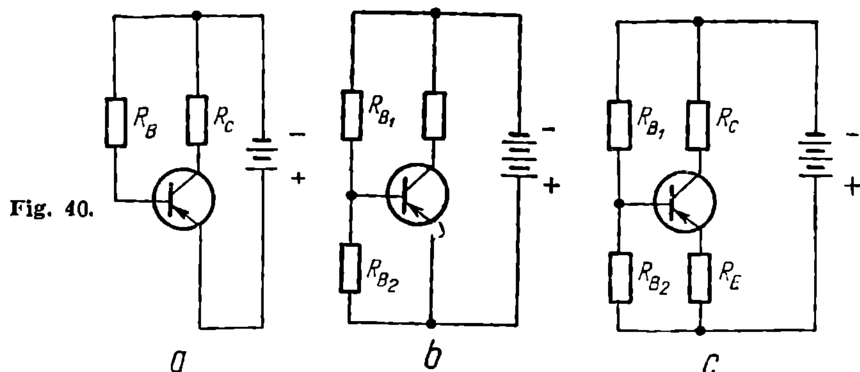
Fig. 39. Alimentarea tranzistorului PNP

tranzistor, numit factor de amplificare a curentului. Acest factor se notează cu litera grecească β (beta) şi notînd cu I_c valoarea intensităţii curentului colectorului şi cu I_B valoarea intensităţii curentului bazei, se poate exprima cu ajutorul relaţiei aproximative:

$$\beta \approx \frac{I_C}{I_B}:$$

Pentru tranzistoarele uzuale $\beta = 20 \ldots 500$. Pentru ca relaţia prin care este exprimat β să fie exactă, ar fi trebuit introdusă o corecţie care să ţină seama că în valoarea intensităţii curentului colectorului este inclusă şi valoarea curentului rezidual, I_{Co}. Deoarece I_{Co} este în general foarte mic (de ordinul microamperilor) şi precizia cerută de montajele realizate de amatori nu justifică complicarea relaţiei, expresia dată pentru β rămîne totuşi suficient de exactă, avînd şi avantajul simplităţii. Pentru tranzistoarele de tip npn cele arătate rămîn de asemenea valabile, cu singura deosebire că polaritatea bateriilor se inversează.

Tensiunile care se aplică tranzistoarelor au valori cuprinse între 1,5 V şi 24 V pentru alimentarea circuitului colectorului şi circa 0,2 V pentru tranzistoarele cu germaniu şi 0,6 V pentru tranzistoarele cu siliciu, în circuitul bazei. Tensiunea pentru alimentarea bazei nu se ia de la o sursă separată, ci tot de la bateria de colector, folosindu-se un rezistor sau un grup de rezistoare pentru reducerea ei. De regulă, legarea unui tranzistor în schemă se realizează în una din variantele prezentate în figura 40. Varianta *a* este cea mai simplă. Rezistorul R_C montat în circuitul colectorului este cunoscut sub numele de rezistor de sarcină, iar rezistorul R_B sub numele de rezistor de polarizare al bazei. La varianta *b*, tensiunea de polarizare a bazei se obţine de la divizorul format de rezistoarele R_{B1} şi R_{B2}, precizia de obţinere a tensiunii fiind mai bună. În sfîrşit, la varianta c se remarcă în plus un rezistor R_E, montat în serie cu emitorul. Rolul lui este de a realiza o compensare a modificării curentului, datorită variaţiilor de temperatură, deoarece tranzistorul este influenţat de temperatura mediului ambiant.



Cele trei variante de polarizare a bazei tranzistorului

În afara clasificării după construcție, în tranzistoare pnp și tranzistoare npn, tranzistoarele se mai împart după două criterii: cel al puterii maxime, pe care o pot consuma (disipa) fără a se distruge, și cel al frecvenței maxime de lucru în curent alternativ.

După aceste criterii, iată cîteva tipuri de tranzistoare mai des întîlnite în țara noastră:

Tranzistoare de audiofrecvență, de mică putere, pnp:

EFT 351, EFT 352, EFT 353, EFT 321, EFT 322, EFT 323 (R.S.R.); P 13, P 13A, MP 39, MP 40, MP 41, MP 42 (U.R.S.S.); 2SB 171, 2SB 172, 2SB 176 (Japonia) etc.

Tranzistoare de audiofrecvență, de mică putere, npn:

EFT 373, EFT 377 (R.S.R.); MP 35, MP 37 (U.R.S.S.); 104 NU 70, 105 NU 70, 106 NU 70 (R.S.C.) etc.

Tranzistoare de audiofrecvență, de medie putere, pnp:

EFT 124, EFT 125, EFT 130, EFT 131, AC 180, AC 180k și npn: AC 181, AC 181k (R.S.R.).

Tranzistoare de audiofrecvență de putere, pnp:

EFT 112, EFT 213, EFT 214, EFT 250 (R.S.R.); P 210, P 211, P 214, P 4 (U.R.S.S.); GD 160 (R.S.C.); OC 26 (R.P.U) etc.

Tranzistoare de radiofrecvență pînă la 1 MHz, și mică putere, pnp:

EFT 306, EFT 307, EFT 308 (R.S.R.); P 14, P 15 (U.R.S.S.) etc.

Tranzistoare de radiofrecvență și mică putere, pnp:

EFT 317, EFT 319, EFT 320 (R.S.R.); P 401, P 402, P 403, P 410, P 411, P 423 (U.R.S.S.); 2 SA 102 (Japonia) etc.

În afara acestor exemple, mai poate fi întîlnită o mare diversitate de tipuri, cu atît mai mult cu cît în producția de tranzistoare nu există o tipizare în întreaga lume, fiecare fabrică avînd tipurile și sistemele de notare proprii.

Ca aspect exterior, tranzistoarele românești de mică putere cel mai des utilizate se prezintă ca în figura 41. Tranzistorul este protejat într-o capsulă metalică vopsită sau cositorită, care are în partea de jos un dop de material plastic prin care ies cele trei conexiuni. Privite din partea de jos, conexiunile au semnificația din figura 42. Se vede că, practic, cele trei conexiuni nu pot fi confundate între ele, avînd în vedere poziția lor. În plus, conexiunea colectorului este marcată cu un punct colorat pe capsulă înlesnind identificarea.

Modul de plasare a conexiunilor la alte tipuri de tranzistoare poate fi același ca și la cele românești sau poate prezenta alte aspecte. Pentru un tranzistor care nu are dat modul de amplasare a conexiunilor o dată cu schema circuitului propus

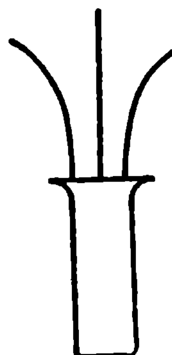


Fig. 41.

Aspectul exterior al unui tranzistor

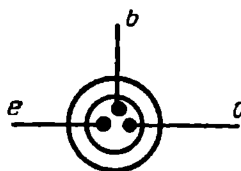


Fig. 42.

Conexiunile tranzistoarelor de fabricație românească

a se construi, este recomandabil să se consulte *Catalogul de dispozitive semiconductoare — supliment 1968*, care conține desenele unui număr foarte mare de capsule folosite pentru tranzistoare, indicîndu-se și modul de amplasare a conexiunilor.

Tuburi electronice. Pînă la inventarea, în anul 1948, a tranzistoarelor, tuburile electronice, cunoscute și sub denumirea de lămpi radio, au constituit unicele elemente capabile să amplifice tensiunile și curenții. Chiar și după această dată, cu toate avantajele oferite de tranzistoare (randament ridicat, tensiuni de alimentare mici, degajare de căldură foarte mică, dimensiuni reduse, viață practic nelimitată), tuburile electronice au continuat să fie folosite pe scară largă la producerea diferitelor aparate, grație și apariției unor tipuri moderne, cu performanțe ridicate. Cu toate că tendințele de dezvoltare a electronicii sînt constant îndreptate spre înlocuirea tuburilor electronice cu tranzistoare, iar în ultima vreme cu dispozitive subminiaturale (circuitele integrate), ele vor continua să existe încă cel puțin 2—3 decenii. De aceea este util ca pionierul electronist să cunoască unele date referitoare la construcția lor și modul de utilizare în montaje.

Cel mai simplu tub electronic este dioda cu vid. Aceasta se compune din doi electrozi, catodul și anodul, situați într-un balon de sticlă din care a fost scos aerul. În figura 43 este reprezentată schematic construcția unei diode, fără balonul de protecție. Catodul este un cilindru metalic, avînd la exterior un strat activ, iar în interior un fila-

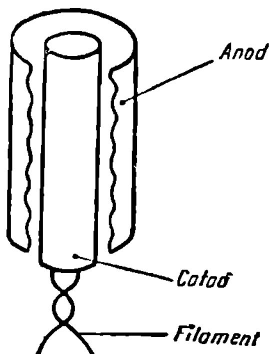


Fig. 43. Secțiune dintr-o diodă cu vid

ment de încălzire (ca la becurile electrice). Anodul este un cilindru metalic, concentric cu catodul. Atunci cînd filamentul este alimentat, catodul se încălzește pînă la o temperatură de circa 800°C. Electronii din interiorul catodului ies datorită agitației termice și formează un nor în jurul său. Dacă între catod și anod se aplică o tensiune cu polaritate pozitivă pe anod și negativă pe catod, electronii sînt atrași de anod, avînd sarcină electrică negativă, mișcarea lor constituind un curent electric. Dacă se schimbă polaritatea tensiunii, anodul fiind negativ, va respinge electronii și nu va circula curent electric. Deci, ca și dioda semiconductoare, dioda cu vid conduce curentul electric numai într-un singur sens, cînd anodul este pozitiv, iar catodul negativ. Rolul filamentului este numai acela de a încălzi catodul. Dacă în interiorul balonului ar fi aer și nu vid, atunci electronii nu s-ar putea mișca în spațiul dintre catod și anod, iar dioda nu ar funcționa.

Trioda are o construcție similară cu cea a diodei, numai că între catod și anod mai există un electrod constituit dintr-o plasă sau o spirală de sîrmă, numit grilă, care este amplasat cît mai aproape de catod. Dacă se aplică între anod și catod o tensiune în sensul conducției (+ pe anod, — pe catod), iar pe grilă o tensiune mică pozitivă sau negativă, se constată că atunci cînd grila este pozitivă față de catod, curentul dintre anod și catod crește, iar cînd tensiunea grilei este negativă față de catod, curentul scade. Această influență a tensiunii grilei față de curentul care circulă între catod și anod (curentul anodic) este foarte puternică, modificări mici ale tensiunii grilei producînd modificări mari ale curentului anodic. Astfel se realizează funcția de amplificare a triodei.

Pentru îmbunătățirea funcționării triodei, între grilă și anod se plasează încă una sau mai multe grile, obținîndu-se tuburi cu mai mulți electrozi, care au însă o funcționare similară cu a triodei.

Reprezentarea simbolică a tuburilor electronice în scheme, cu denumirea lor în funcție de numărul total de electrozi și denumirile acestora, este prezentată în figura 44. Uneori pe scheme nu este reprezentat filamentul, el avînd un rol auxiliar, acela de încălzire a catodului.

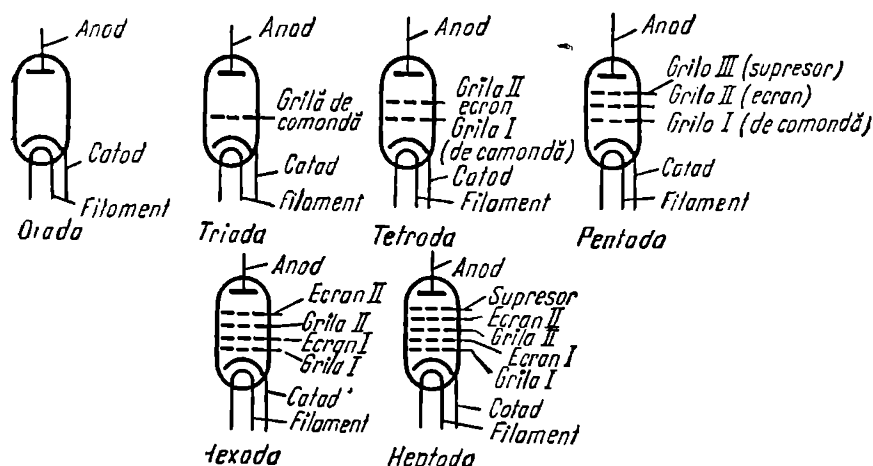


Fig. 44. Simbolurile tuburilor electronice

Legăturile de la electrozi sînt scoase în afara balonului la nişte picioruşe metalice rigide. Acestea intră apoi într-o piesă numită soclu, prevăzută cu contacte corespunzătoare picioruşelor, la care se lipesc conductoarele şi piesele ce vin în legătură cu tubul electronic. Tubul electronic poate fi scos sau introdus în soclu prin tragere sau apăsare, nefiind lipit de acesta. Ordinea de citire a picioruşelor sau contactelor soclului pentru trei tipuri de tuburi mai des folosite în prezent sînt date în figura 45. Totdeauna soclul sau tubul se consideră privite de jos în sus, ordinea de citire fiind în sensul mişcării acelor de

Socluri uzuale ale tuburilor electronice

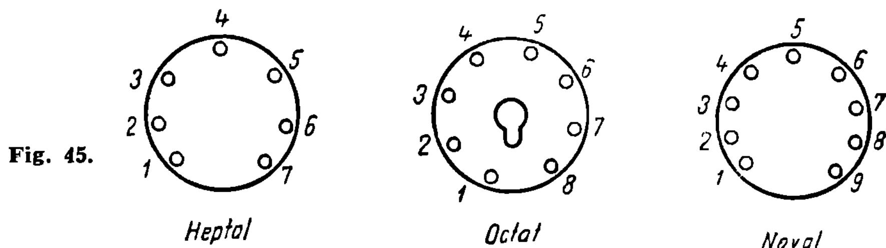


Fig. 45.

ceasornic față de un reper anumit (o pauză sau o cheie). Fiecare tub electronic are legat la un anumit piciorus un anumit electrod. Pe scheme sau în catalogul de tuburi electronice se indică la fiecare electrod numărul piciorușului la care este scoasă legătura sa.

Toate piesele descrise pînă acum sînt elemente de circuit cu rol primordial în funcționarea aparatelor electronice. În afara lor se mai folosesc o serie de piese cu diferite funcțiuni auxiliare. Acestea sînt următoarele:

Comutatoarele — realizează modificări ale circuitelor electrice prin rotirea unui ax sau apăsarea unor clape. Sînt constituite dintr-un sistem mecanic cu poziții determinate și un număr de contacte care se închid și se deschid.

Difuzoarele — realizează transformarea semnalelor electrice în unde sonore cu intensitate suficientă pentru a fi ascultate în încăperi și în aer liber.

Căștile telefonice — realizează transformarea semnalelor electrice în unde sonore, dar de intensitate mai mică decît difuzoarele.

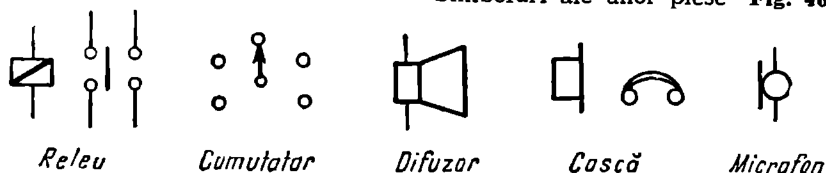
Microfoanele — transformă undele sonore în semnale electrice.

Releele — realizează închiderea și deschiderea unor circuite electrice prin care circulă curenți electrici relativ mari, cu ajutorul unor curenți electrici de comandă mici. Au la bază proprietatea materialelor feromagnetice de a se magnetiza atunci cînd sînt introduse în interiorul unei bobine prin care trece curent electric și de a se demagnetiza atunci cînd se întrerupe curentul electric.

Simbolurile cu care se reprezintă aceste piese sînt prezentate în figura 46.

Alte piese, mai rar folosite, și simbolurile lor, vor fi explicate atunci cînd apar în construcția aparatelor.

Simboluri ale unor piese **Fig. 46.**



Aparate de măsurat
şi modul de utilizare a lor

Pentru măsurarea curenţilor, tensiunilor, rezistenţelor şi a altor mărimi se folosesc în electronică diverse aparate de măsurat. Acestea se împart în două categorii: aparate de măsurat electrice şi aparate de măsurat electronice. În practica amatorilor se foloseşte o gamă redusă de aparate strict necesare, cel mai utilizat fiind instrumentul universal de măsurat.

După mărimea pe care o măsoară, aparatele poartă diferite denumiri, executarea măsurătorilor diferind de la caz la caz.

Pentru reprezentarea aparatelor de măsurat se foloseşte un simbol format dintr-un cerc în interiorul căruia se scrie unitatea de măsură a mărimii ce se măsoară, de la care pornesc două conductoare.

Majoritatea aparatelor de măsurat au ca element de bază miliampermetrul magnetoelectric. Acest aparat funcţionează pe principiul interacţiunii dintre un cîmp magnetic creat de un magnet care ia naştere în jurul unui cadru, pe care sînt bobinate spire străbătute de curent electric. Ca aspect ele se prezintă ca o cutie cilindrică sau paralelipipedică (figura 47), care are în partea din faţă un cadran protejat de un geam. În faţa cadranului se mişcă un ac indicator, fixat de o bobină mobilă. În absenţa curentului, acul stă la extremitatea din stînga cadranului. La trecerea unui curent electric prin bobina instrumentului, acul deviază cu un număr de diviziuni spre dreapta, proporţional cu intensitatea curentului care trece prin bobină. Un astfel de aparat poartă numele de miliampermetru sau microampermetru, după intensitatea cu-

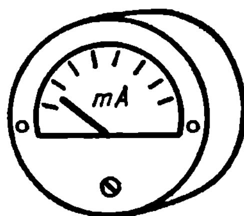
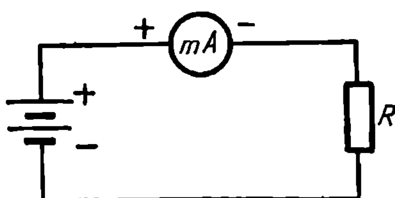


Fig. 47. Aspectul unui instrument de măsurat

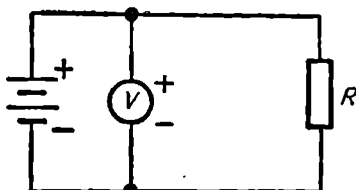


Conectarea miliampermetrului Fig. 48.

rentului pe care îl poate măsura. Cu un astfel de aparat se poate măsura direct intensitatea curentului.

Pentru măsurarea intensității curentului electric, aparatul de măsurat (ampermetrul, miliampermetrul sau microampermetrul) se leagă în *serie* cu circuitul în care dorim să executăm măsurarea. Un exemplu de legare a miliampermetrului se poate vedea în figura 48. După felul curentului de măsurat, se va folosi un instrument de curent alternativ sau un instrument de curent continuu, aparatele avînd pe cadran semnul „~“ pentru curent alternativ și „=“ pentru curentul continuu. În cazul măsurărilor în curent continuu se va respecta polaritatea bornelor.

Măsurarea tensiunilor electrice se face cu un aparat numit *voltmetru*. De fapt, voltmetrul este tot un miliampermetru, înseriat însă cu un rezistor, funcționarea avînd la bază legea lui Ohm. Măsurarea tensiunilor se execută în *paralel* cu sursa a cărei tensiune vrem s-o măsurăm. Un exemplu este arătat în figura 49. Criteriile privind alegerea instrumentului, în funcție de tipul de curent, precum și necesitatea respectării polarității, sînt valabile și în acest caz. Pentru ca aparatul de măsurat să nu influențeze rezultatul măsurărilor, trebuie ca el să consume un curent cît mai mic. Un voltmetru este cu



Conectarea voltmetrului Fig. 49.

atît mai bun cu cît sensibilitatea sa este mai mare. Sensibilitatea se exprimă prin valoarea rezistenţei pe care instrumentul o introduce în circuit pentru fiecare volt pe care îl poate măsura (Ω/V).

Măsurarea rezistenţelor poate fi făcută direct, cu ajutorul unui instrument numit *ohmmetru*. El este constituit tot dintr-un miliampermetru şi o sursă de alimentare, principiul de funcţionare avînd de asemenea la bază legea lui Ohm.

De cele mai multe ori voltmetrul, miliampermetrul şi ohmmetrul sînt reunite într-un aparat complex, numit în diverse moduri: instrument universal, voltamperohmmetrul, multizet etc. Instrumentul universal are mai multe domenii de măsurare pentru tensiuni continue şi alternative, curenţi continui şi alternativi şi rezistenţe. Domeniul de măsurare se alege fie cu ajutorul unui comutator, fie prin introducerea unor banane în anumite bucşe. Citirile se fac pe un cadran cu mai multe scări.

Pentru a nu comite erori în executarea măsurărilor, erori care uneori se pot solda şi cu distrugerea instrumentului de măsurat, se vor lua unele măsuri. Astfel, dacă nu se cunoaşte valoarea tensiunii sau a curentului, ca ordin de mărime, se va porni la început de la domeniul cel mai mare (500 V sau 1 000 V, ori curenţi de ordinul amperilor). Abia după ce se constată că pe domeniul cel mai mare indicaţia este foarte mică, se poate coborî la valori mai mici, avînd grijă ca acul să nu depăşească valoarea maximă din dreapta scării. Domeniul de măsurare ales reprezintă valoarea maximă a intensităţii curentului sau tensiunii care poate fi măsurată prin devierea la maximum a acului indicator.

La aparatele universale nu este posibilă scrierea tuturor scărilor pe cadran. De aceea, vor fi scrise numai pentru un domeniu sau două, pentru celelalte domenii făcîndu-se operaţii suplimentare de înmulţire sau împărţire. De exemplu, aparatul de măsurat Ţ 20, foarte răspîndit în lumea electroniştilor din ţara noastră, are cinci domenii pentru tensiuni continue (1,5 V, 6 V, 30 V, 120 V, 600 V), patru domenii pentru tensiuni alternative (7,5 V, 30 V, 150 V, 600 V), cinci domenii pentru curenţi continui (0,3 mA, 30 mA, 300 mA şi 750 mA) şi patru pentru rezistenţe.

Pentru toate acestea are doar trei scări pe cadran: 0—30 pentru curent şi tensiune continui, 0—30 pentru tensiune alternativă şi o scară pentru rezistenţe.

Pentru a înţelege cum se face o măsurare, să luăm un exemplu: dorim să măsurăm tensiunea unei reţele de 120 V. Cunoscînd cu aproximaţie ordinul de mărime al tensiunii, alegem domeniul de 150 V, curent alternativ. Toată scara are 30 de diviziuni. Rezultă că o diviziune corespunde la 150 V : 30=5 V. Să presupunem că acul se deplasează pe scara de curent alternativ, pînă la 23,5 diviziuni. Tensiunea măsurată va fi deci de 23,5 div × ×5 V=117,5 V. Scara pentru rezistenţe este gradată în ohmi. Pentru a afla valoarea reală a rezistenţei măsurate se înmulţeşte valoarea rezistenţei citită la instrument cu factorul de multiplicare citit în dreptul bornei sau poziţiei comutatorului (×1, ×10, ×100, ×1 000).

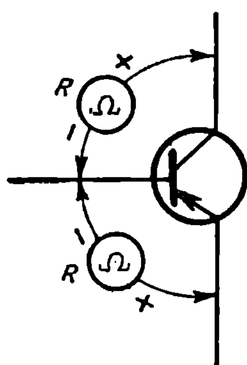
Pentru măsurarea rezistenţelor, capacităţilor şi inductanţelor se folosesc aparate de măsurat care execută această măsurare prin comparaţie, numite punţi de măsură R,L,C. Acestea sînt aparate electronice, în general scumpe şi complexe, nefiind accesibile amatorilor. Forme simplificate, cu precizie acceptabilă, pot fi totuşi realizate şi de amatorii mai experimentaţi.

Pentru măsurarea tensiunilor se mai folosesc şi voltmetre electronice, care prezintă o sensibilitate şi precizie superioare voltmetrelor clasice.

Măsurarea diodelor poate fi făcută de amator în condiţii bune cu ajutorul ohmmetrului, deoarece ohmmetrele au ca surse de alimentare baterii de curent continuu. Pentru măsurare se aplică bornele fişelor ohmmetrilor pe terminalele diodei, o dată cu o polaritate şi apoi cu polaritate inversă. Raportul între rezistenţa citită în sensul de blocare şi rezistenţa citită în sensul conducţiei trebuie să fie cel puţin 100 : 1 pentru diodele bune şi cel puţin 10 : 1 pentru diodele considerate acceptabile.

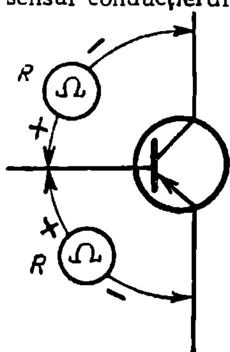
Măsurarea tranzistoarelor se execută cu aparate speciale care pot măsura curentul invers de colector, factorul de amplificare în curent, precum şi alte caracteristici ale lor. Printre amatori au largă răspîndire aparatele simple de verificare şi măsurare, care indică dacă tran-

Fig. 50.



Măsurarea tranzistorului pnp cu ohmmetrul, în sensul conducției directe

Fig. 51.



Măsurarea tranzistorului pnp cu ohmmetrul, în sensul conducției inverse

zistorul este bun sau nu, sau, în cazul betametrelor simple, se obține chiar o valoare aproximativă a factorului de amplificare β. Două aparate de acest fel se propun a fi realizate și în această lucrare, modul lor de folosire fiind arătat odată cu descrierea construcției. În cele ce urmează se dă o metodă simplă de verificare a tranzistoarelor cu ohmmetrul. Pentru început se verifică starea celor două diode echivalente. În sensul conducției (fig. 50), rezistența măsurată nu va depăși 10 kΩ, iar în sensul blocării diodelor (fig. 51) va fi mai mare de 100 kΩ. După verificarea secțiunilor E—B și B—C, se probează în cele două sensuri, pe rînd, cu ohmmetrul, secțiunea E—C. În sensul polarizării corecte (+ pe emitor, — pe colector) rezistența va trebui să fie mai mare (minimum 100 kΩ), decît în sensul polarizării inverse. Dacă sînt îndeplinite aceste condiții, tranzistorul este utilizabil.

O altfel de metodă de verificare a tranzistoarelor constă în montarea tranzistorului care trebuie verificat, în locul altuia de tip asemănător într-un radioreceptor, în stare de funcțiune.

În încheiere, cîteva indicații privind modul de măsurare a tensiunilor și intensității curenților de montaje asamblate. În aceste cazuri, aparatul indicat este voltmetrul, deoarece măsurarea ten-

siunilor se face în paralel, nefiind necesară întreruperea circuitului pentru înserierea instrumentului.

Deoarece valorile rezistențelor se cunosc, măsurînd tensiunea care există la capetele lor, folosind legea lui Ohm, se poate calcula și intensitatea curentului. În cazul în care dorim să măsurăm valoarea rezistenței unor rezistoare, aceasta se face numai după ce am desfăcut unul din capete de la montaj, lăsîndu-l liber, deoarece cu ambele capete legate în circuit măsurăm o valoare a rezistenței care se obține prin legarea în paralel a rezistorului cu rezistența restului circuitului, deci o valoare eronată.

Partea a doua

ŞI ACUM LA LUCRU!

Laboratorul pionierului electronist

Realizarea aparatelor electronice de către pionieri impune existenţa unui minimum de scule absolut necesare, precum şi a unui colţ în care să existe unele amenajări necesare pentru a se putea lucra în bune condiţii.

Scule şi aparate folosite de amatori. Pentru executarea diverselor operaţii este necesară folosirea unui număr nu prea mare de scule destinate atît prelucrărilor mecanice care trebuie executate, cît şi asamblărilor aparatelor. Dintre acestea, o bună parte se găsesc deseori chiar în casă, fiind folosite de părinţii pionierului electronist la diverse lucrări gospodăreşti. Ca scule absolut indispensabile, în micul laborator trebuie să existe:

— unul sau mai multe ciocane de diverse mărimi;
— un cleşte de tăiat;
— cleşte patent;
— cleştişor cu vîrf lung;
— maşină de găurit de mînă;
— un set de burghie spirale de diverse diametre (1—10 mm);
— daltă pentru metale;
— ferăstrău pentru metale;
— trusă de traforaj cu pînze pentru lemn şi metal;
— un set de pile;
— foarfece pentru tablă şi de croitorie;
— o menghină de masă;
— un punctator şi un ac de trasat;
— un set de şurubelniţe;

— pensetă;
— un ciocan de lipit (letcon), de preferință electric (cu o putere electrică de 50—100 W).

Acest set de scule reprezintă un minimum de înzestrare a unui mic laborator considerat bine utilat. Procurarea tuturor acestor scule într-un timp scurt depășește uneori posibilitățile începătorilor. Pînă la completarea unui astfel de set de scule, care să permită executarea în bune condiții atît lucrărilor de tinichigerie, lăcătușărie și tîmplărie, auxiliare executării construcțiilor, cît și a lucrărilor de asamblare a schemelor, se poate recurge la unele improvizații. În orice caz, încă de la începutul activității trebuie neapărat să existe un ciocan de lipit, cîteva șurubelnițe, o pensetă și un clește patent. Cu cît acest minimum de scule se completează, cu atît diversele operații se execută mai repede și aparatele construite au un aspect mai frumos, știut fiind faptul că lucrînd cu scule improvizate se pierde timp mai mult, iar gradul de finisare lasă de dorit.

În afara acestor scule absolut necesare în micul laborator, este bine să existe un număr de aparate de măsurat și verificare. O parte dintre ele pot fi confecționate chiar de către amator, altele însă nu pot fi decît de proveniență industrială. Din prima categorie, cîteva aparate ușor de realizat și deosebit de utile sînt: defectoscopul simplu, un dispozitiv pentru verificarea continuității circuitelor și un dispozitiv pentru verificarea tranzistoarelor. Din a doua categorie, un aparat ideal pentru laboratorul amatorului este instrumentul universal de măsurat sau, în lipsa acestuia, cel puțin un miliampermetru ori un voltmetru sau un ohmmetru, aparate mai puțin pretențioase. În orice caz, procurarea unui astfel de aparat pune unele probleme amatorului, înzestrarea micului laborator cu un instrument de măsurat fiind posibilă, de regulă, abia în faza de amator avansat. Pînă atunci, folosind dispozitive simple de verificare, ușor de realizat, lucrînd cu atenție la realizarea montajelor, pot fi obținute rezultate bune și chiar foarte bune.

Amenajarea locului de lucru. Existența unei încăperi speciale, chiar de mici dimensiuni, pentru amenajarea unui mic laborator reprezintă o soluție fericită. Dacă

aceasta nu este posibil, într-o încăpere a locuinței va fi amenajat un loc care să ofere condiții pentru buna desfășurare a activității. Atunci cînd nu se lucrează, aspectul acestui mic atelier să se armonizeze cu restul încăperii. Pentru amenajarea atelierului este nevoie de o masă cu sertare sau o măsuță fără sertare. În locul acestora pot fi folosite rafturile unei biblioteci sau poate fi folosit un dulăpior. Pentru a proteja masa în timpul lucrului, se va pune pe aceasta o bucată de pînză moale, peste care se poate așeza o planșetă de desen, o bucată de material izolant sau chiar o bucată de carton electrotehnic (preșpan). Pentru protecția mesei nu se recomandă folosirea unei bucăți de tablă, deoarece ea prezintă pericolul producerii unor scurtcircuite. De asemenea nu este indicată nici protejarea mesei cu sticlă, pentru că aceasta se poate sparge în timpul folosirii unor scule sau piese mai grele. Pregătirea mesei în acest fel asigură atît protecția suprafeței acesteia, cît și posibilitatea eliberării ei rapide după terminarea lucrului. Pe masă va exista neapărat un suport pentru ciocanul de lipit, confecționat dintr-o sîrmă de oțel de 2—3 mm diametru (de exemplu, o spiță de bicicletă nefolosită), ca în figura 52. În cazul folosirii unui ciocan de lipit încălzit la foc, masa de lucru trebuie neapărat plasată în apropierea unui aragaz (în bucătărie). Pe masă se va găsi de asemenea o lampă de birou și o priză multiplă (de exemplu, o priză triplă mobilă care se găsește în comerț). Pentru evitarea pericolului de electrocutare, sub masă și sub scaunul amatorului se va găsi o bucată de material izolant (cauciuc, linoleum etc.). Pe această masă astfel echipată pot fi executate lucrările de montare a aparatelor.

Pentru executarea lucrărilor mecanice (găurirea și îndoirea plăcilor, nituiri etc.) nu se recomandă a se folosi

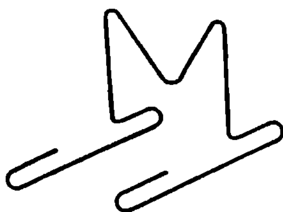


Fig. 52. Suport simplu pentru letcon

aceeaşi masă. Ideală este utilizarea, în acest scop, a unui taburet vechi pe care să fie montată o menghină nu prea mare (pînă la 60 mm) şi o bucată de fier, eventual o nicovală mică. Acest taburet astfel echipat constituie un banc de lucru acceptabil pentru executarea lucrărilor mecanice, iar dimensiunile reduse permit păstrarea sa, atunci cînd nu se lucrează, într-o cămară sau debara.

Sculele, materialele şi piesele folosite vor fi păstrate în sertarele mesei sau ale unui dulăpior, în cea mai perfectă ordine. Pentru păstrarea pieselor mici şi a materialelor de mici dimensiuni sau sub formă de pulberi (şuruburi, nituri, colofoniu etc.) vor fi folosite cutii de dimensiuni nu prea mari, în care anterior au fost ambalate medicamente, bomboane etc.

Cîteva operaţii mai importante necesare la confecţionarea aparatelor

La executarea aparatelor sînt necesare unele operaţii privind prelucrarea unor materiale, confecţionarea unor piese (bobine, transformatoare) şi asamblări care se repetă la fiecare construcţie. Dintre acestea cele mai importante sînt:

Lipirea cu cositor. Aceasta reprezintă principala formă de asamblare a pieselor de radioelectronică, deoarece se asigură o fixare mecanică rigidă şi un bun contact electric. Pentru executarea lipiturilor se foloseşte ciocanul de lipit, de preferinţă electric. Acesta se încălzeşte la o temperatură de 250—300°C, superioară punctului de topire al aliajelor de cositor. Ca aliaj de lipit se foloseşte tipul Lp 60, care conţine 60% cositor şi 40% plumb, avînd cea mai joasă temperatură de topire dintre aliajele plumbului cu cositorul (circa 190°C). Pentru curăţirea chimică a suprafeţelor care se lipesc se folosesc diferiţi decapanţi, cum sînt: clorura de zinc, pasta de lipit şi colofoniul (sacîzul). Atît clorura de zinc (apa tare, stinsă), cît şi pasta de lipit, fiind acide, sînt contraindicate, deoarece produc ulterior diverse coroziuni, mergînd pînă la distrugerea unor piese. Singurul decapant recomandabil pentru a fi folosit la executarea lipiturilor la montajele radioelectro-

nice este colofoniul (sacîzul), care poate fi folosit fie în stare solidă, sub formă de bulgări sau de pulbere, fie dizolvat în spirt. Uneori se foloseşte un cositor special, sub formă de ţeavă, care conţine şi decapantul. Acesta poartă denumirea de *fludor*, fiind ideal pentru executarea lipiturilor. Cositorul, care se găseşte în comerţ sub formă de bare, va fi topit şi turnat într-un jgheab sub forma unei bare mai subţiri. Colofoniul poate fi procurat fie de la magazinul de chimicale, sub formă de bulgări, fie de la magazinele de articole muzicale, sub forma unor bucăţi paralelipipedice, cunoscute sub numele de „sacîz pentru vioară".

Executarea lipiturilor se face în mai multe etape. Mai întîi se curăţă mecanic suprafeţele pieselor care urmează să fie lipite sau capetele conductoarelor. Piesele industriale (tranzistoare, rezistoare etc.) sînt prevăzute cu terminale de cupru cositorite sau argintate, care nu mai necesită curăţirea. Apoi ciocanul de lipit, încălzit, va fi curăţat la vîrf cu o pilă, după care se va atinge cu vîrful o bucată de colofoniu. Colofoniul se topeşte instantaneu şi se întinde pe porţiunea activă a vîrfului ciocanului, curăţindu-l de oxizi. După aceea se va atinge cu vîrful ciocanului o bucăţică de cositor. Aceasta se va topi şi va fi întinsă într-un strat uniform pe suprafaţa activă a vîrfului. După aceea va fi introdus din nou vîrful în colofoniu şi imediat se va atinge una din suprafeţele (sau conductoarele) de lipit. Colofoniul topit şi cositorul de pe vîrf vor fi întinse treptat pe suprafaţa de lipit, cositorind-o. La fel se va proceda şi cu cea de-a doua suprafaţă (sau conductor). Apoi cele două suprafeţe cositorite vor fi atinse şi în zona de contact va fi adus ciocanul de lipit care are pe vîrf cositor topit. Cositorul se va întinde în zona contactului şi după îndepărtarea ciocanului de lipit el se va răci, asigurînd o bună fixare mecanică şi un bun contact electric. În cazul în care una din suprafeţele de lipit este din oţel, pentru a se realiza o bună lipitură, piesa va fi unsă cu pastă de lipit, deoarece colofoniul asigură o curăţire chimică (decapare) doar pentru piesele confecţionate din cupru şi aliajele acestuia. Lipiturile pentru realizarea circuitelor au o deosebită importanţă. O lipitură bună este aceea care prezintă o formă

frumoasă, rotunjită, fără proeminențe, cu suprafață lucioasă și care a fost executată fără surplus de cositor.

Dintre lipiturile defectuoase, cea mai mare bătaie de cap o dau lipiturile reci. Ca aspect și fixare mecanică acestea se prezintă bine, dar nu asigură un bun contact electric. Ele apar ca urmare a faptului că unul dintre conductoarele care se lipesc nu este bine cositorit. De aceea el este prins în bila de cositor care se formează, dar cositorul nu aderă la suprafața sa, între acesta și bila de cositor apărînd, datorită murdăriei, o rezistență electrică nepermis de mare și deseori variabilă ca mărime. Datorită acestui fapt este bine ca electronistul amator să exerseze executarea lipiturilor și să-și însușească bine tehnica executării lor înaintea realizării montajelor.

Prelucrarea tablelor și a plăcilor izolante. Toate montajele electronice se realizează pe plăci din materiale izolante sau pe șasie din tablă de fier ori de aluminiu. O operație comună care se execută la confecționarea plăcilor sau șasiurilor din tablă este găurirea. Aceasta se execută cu ajutorul mașinii de găurit de mînă și a unui burghiu spiral cu diametrul egal cu cel al găurii. Pentru obținerea unor găuri cu diametre mari sau cu altă formă decît rotundă se va trasa conturul decupării necesare, după care va fi tăiat cu o dălțiță, iar decuparea va fi ajustată cu o pilă pînă la dimensiunile definitive.

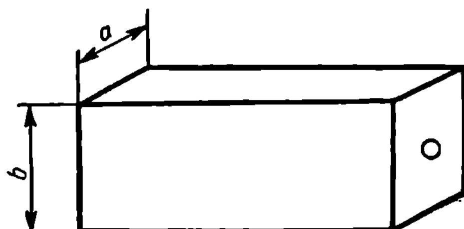
În lipsa mașinii de găurit și a burghielor pot fi folosite unele improvizații. Astfel, pentru table va fi folosit un dorn, iar pentru materialele izolante (pertinax, bachelită, textolit) poate fi folosit un burghiu de la trusa de traforaj și apoi, cu o coadă de pilă, va fi ajustată gaura pînă la dimensiunea necesară.

Pentru tăierea tablelor va fi folosit foarfecele pentru tablă, iar pentru tăierea plăcilor din materiale izolante, care sînt casante, va fi folosit ferăstrăul pentru metale sau ferăstrăul de traforaj.

Îndoirea tablelor va fi executată prin prinderea acestora în menghină, pe linia de îndoire, între două bucăți de profil cornier, după care va fi apăsată uniform partea rămasă afară, cu ajutorul unei bucăți de scîndură.

Bobinarea transformatoarelor. Deseori constructorul amator este pus în situația de a-și executa singur unele

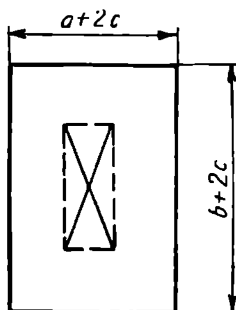
Fig. 53.



Miez de lemn pentru bobinarea transformatoarelor

transformatoare. La început trebuie executată o carcasă din carton electrotehnic (preşpan). Pentru aceasta va fi confecţionat un şablon de lemn de dimensiunile miezului transformatorului, avînd o gaură longitudinală cu diametrul de 6 mm (fig. 53). Apoi va fi tăiată o fîşie de carton de lăţime egală cu înălţimea miezului (*d* din fig. 32) şi de o lungime ceva mai mare ca $2a+2b$. După aceea vor fi confecţionaţi doi pereţi laterali, aşa cum se indică în figura 54. Dimensiunile *a*, *b* şi *c* sînt dimensiunile miezului, conform figurilor 31 şi 32. Conturul punctat are ca dimensiuni pe *a* şi *b* majorate cu de două ori grosimea cartonului. Pe diagonalele acestui contur se execută două tăieturi. Apoi se înfăşoară pe şablonul de lemn fîşia de carton, astfel ca cele două capete să se întîlnească exact (lungimea fîşiei acum va fi ajustată). Vor fi introduşi cei doi pereţi laterali, cărora li s-au îndoit la 90°, pe linia punctată, cele patru urechi triunghiulare care s-au format în urma tăieturilor. Carcasa se lipeşte apoi cu un adeziv rezistent şi bun izolant (lac de bachelită, adezivi pe bază de acetonă, lipinol etc.), după uscare prezentîndu-se ca

Fig. 54.



Dimensionarea peretelui lateral al carcasei transformatorului

Carcasă asamblată

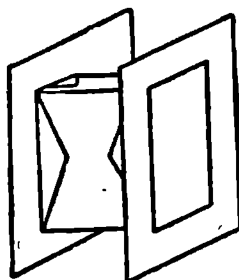


Fig. 55.

în figura 55. În pereţii laterali se mai execută orificii pentru trecerea terminalelor bobinelor. Prin miezul carcasei se introduce un şurub cu diametrul de 6 mm (de la bornele tablourilor electrice) şi se strînge miezul între două piuliţe. Unul dintre capetele şurubului va fi introdus în mandrina unei maşini de găurit fixată într-o menghină. Astfel, maşina de găurit constituie şi o veritabilă maşină de bobinat.

Pentru bobinarea propriu-zisă, se trece din interior spre exterior, printr-un orificiu din peretele carcasei, capătul sîrmei (primei bobine şi, învîrtindu-se de manivela maşinii de găurit, sîrma de bobinaj va fi dirijată astfel încît să se aşeze spiră lîngă spiră. La terminarea unui rînd se va aşeza peste acesta o fîşie de hîrtie de condensator (de la un condensator cu hîrtie deteriorat) şi se va bobina un nou rînd. La numărarea spirelor se va ţine seama de factorul de multiplicare al maşinii de găurit. La terminarea primei bobine va fi scos şi celălalt capăt printr-un orificiu al peretelui carcasei şi va fi pus un strat de izolaţie mai gros. După aceea în acelaşi fel va fi executată a doua bobină. Uneori nu este necesară izolarea după fiecare strat de spire. În acest caz nici nu poate fi vorba de un bobinaj spiră lîngă spiră, deoarece spirele straturilor superioare scapă între spirele straturilor inferioare. În astfel de cazuri se pune izolaţie numai între bobinele transformatorului.

Asamblarea aparatelor. Pentru asamblarea aparatelor cu tranzistoare se folosesc plăci din pertinax sau textolit. În aceste plăci vor fi date găuri prin care se vor introduce capse metalice tabulare care se nituiesc. În aceste

capse vor fi introduse terminalele pieselor şi se vor lipi cu cositor. În lipsa capselor, pot fi folosite bucăţi din tuburile de pastă de la pixuri, care vor fi nituite în ambele părţi, sau bucăţi de sîrmă mai groasă (1—1,5 mm) îndoită în formă de *u*, introdusă prin două găuri apropiate şi fixată prin îndoirea unei părţi. Se poate renunţa la capse, introducîndu-se terminalele pieselor prin găuri date în placa izolantă şi lipite apoi în partea cealaltă a plăcii. În acest caz fixarea este mai slabă din punct de vedere mecanic şi estetic.

Aparatele cu tuburi electronice sînt executate de obicei pe şasiuri din tablă, pe care se fixează cu şuruburi sau nituri soclurile tuburilor electronice şi piesele mai mari. Piesele mai mici vor fi lipite între contactele soclurilor şi capsele de pe nişte fîşii de material izolant (textolit, pertinax) numite reglete, care sînt şi ele fixate pe şasiu.

În sfîrşit, o metodă modernă, de mare randament, o constituie asamblarea pe circuit imprimat. Circuitul imprimat constă dintr-o placă de pertinax care are pe una din feţe o serie de conductoare, sub forma unor fîşii de tablă de cupru, obţinute prin diverse procedee. Pe traseul acestor conductoare se găsesc orificii pentru introducerea terminalelor pieselor. Piesele vor fi aşezate pe partea fără conductoare a plăcii, terminalele introducîndu-se prin orificii şi lipindu-se la conductoare. Evident, se urmăreşte numai realizarea legăturilor impuse de schema aparatului. Pionierul electronist îşi poate procura din magazinele de specialitate plăci de circuite imprimate de la aparate de fabricaţie industrială, urmînd să găsească de la caz la caz poziţiile pieselor astfel ca să realizeze schema cerută. Deoarece plăci de pertinax placat nu se găsesc în comerţ este inutil să arătăm aici procedeele accesibile amatorilor pentru a-şi confecţiona circuite imprimate.

În încheierea acestor indicaţii privind amenajarea laboratorului şi efectuarea unor operaţii mai importante, un ultim sfat privind realizarea aparatelor: este bine ca la executarea unui montaj să avem lîngă noi o copie a schemei de principiu pe care să tăiem cu creionul, pe rînd,

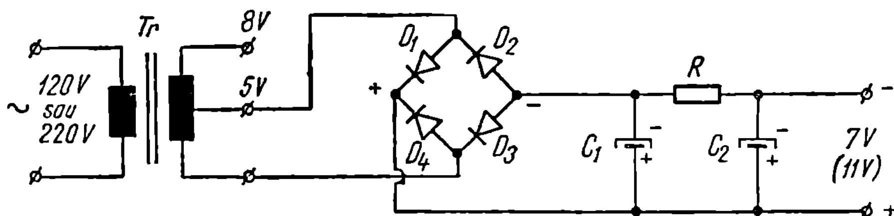
fiecare piesă pe care am montat-o. Astfel riscăm să greşim mult mai puţin şi surprizele neplăcute vor fi mai rare.

Alimentatoare de la reţea pentru aparate cu tranzistoare

Alimentatoarele de la reţea au rolul de a înlocui bateriile electrice. Un alimentator se compune din trei părţi: transformatorul la curent alternativ, care reduce tensiunea reţelei de la 120 sau 220 V la tensiunea necesară, redresorul, care transformă curentul alternativ în curent continuu pulsatoriu, şi celula de filtraj care netezeşte pulsaţiile curentului redresat. În cele ce urmează propunem două variante de alimentatoare pentru aparatele cu tranzistoare, una mai simplă şi alta mai complexă, fiecare amator putînd opta pentru una sau alta, după posibilităţile de procurare a pieselor şi locul de utilizare a alimentatorului.

Alimentatorul simplu. Poate fi utilizat cu succes ca sursă de curent continuu pentru radioreceptoare portabile de mică putere, generatoare de ton simplu şi în general pentru aparate care absorb un curent cu intensitate mai mică de 50 mA şi permit şi variaţii ale tensiunii de alimentare pînă la 30%. Schema alimentatorului este prezentată în figura 56. Transformatorul *Tr* este un transformator de sonerie. În înfăşurarea sa primară se aplică tensiunea reţelei, care poate fi de 120 V sau 220 V. Înfăşurarea secundară poate furniza la alegere tensiunea de 5 V sau 8 V, modul de legare fiind indicat pe carcasa

Schema alimentatorului simplu **Fig. 56.**



transformatorului. În cazul conectării la priza de 5 V, tensiunea maximă (în gol) la ieşirea alimentatorului este de circa 7 V, iar tensiunea minimă, la consum maxim (50 mA), este de circa 4 V. În cazul conectării la priza de 8 V, tensiunea în gol la ieşire este de circa 11 V, iar tensiunea la consum maxim scade la circa 7,5 V. În primul caz pot fi alimentate aparate care necesită o tensiune de alimentare de 6 V, iar în al doilea caz aparate care necesită o tensiune de alimentare de 9 V. Redresorul este realizat după schema „în punte" şi este format din diodele D_1—D_4. Aceste diode pot fi de tipul DR 301 sau D7J (D7E) sau alte tipuri care să suporte un curent maxim de 100 mA. Cu rezultate mai slabe poate fi folosită o punte formată din patru plăci de seleniu, cu dimensiunile minime de 20×20 mm. Redresorul funcţionează astfel: atunci cînd tensiunea alternativă din înfăşurarea secundară are polaritate „+" în partea superioară a înfăşurării şi „—" în partea inferioară, conduc diodele D_1 şi D_3 şi sînt blocate diodele D_2 şi D_4, iar cînd polaritatea tensiunii în înfăşurarea secundară se schimbă se închid diodele D_1 şi D_3 şi conduc diodele D_2 şi D_4. Astfel, la ieşirea punţii, între punctele comune ale diodelor D_1—D_4 şi D_2—D_3 se obţin pulsuri de curent cu aceeaşi polaritate. Dacă am folosi aceste pulsuri pentru alimentarea unui radioreceptor, audiţia ar fi însoţită de un zgomot de fond puternic, un fel de bîzîit numit *brum*. De aceea, la ieşirea redresorului se pune o celulă de filtraj compusă din condensatoarele C_1 şi C_2 şi rezistorul R. În timpul valorii maxime a tensiunii pulsurilor, condensatoarele se încarcă, iar la scăderea valorii tensiunii pulsurilor, ele furnizează o parte din energia pe care au acumulat-o. În acest mod se produce netezirea pulsurilor. De asemenea, condensatoarele au şi rolul de a închide circuitul pentru curentul alternativ rezidual care rămîne după redresare. Condensatoarele C_1 şi C_2 sînt electrolitice, avînd capacitatea de 500—1 000 μF şi tensiunea de lucru de minimum 15 V. Rezistorul R are valoarea de 62—82 Ω şi puterea maximă disipată de 2 W. El serveşte şi ca element de protecţie în cazul unui scurtcircuit la ieşirea redresorului.

Dacă amatorul nu posedă un transformator de sonerie, el şi-l poate confecţiona după datele de mai jos:

— secţiunea miezului: 2 cm²;
— înfăşurarea primară: pentru 120 V conţine 3 000 de spire cu sîrmă izolată în email, cu diametrul de 0,1 mm, iar pentru 220 V conţine 5 500 de spire cu sîrmă izolată în email, cu diametrul de 0,07 mm;
— înfăşurarea secundară: pentru 5 V conţine 130 de spire cu sîrmă izolată în email, cu diametrul de 0,4 mm, iar pentru 8 V conţine 210 spire cu sîrmă izolată în email, cu diametrul de 0,4 mm (se bobinează întîi 130 de spire, se scoate o priză şi apoi, în continuare, încă 80 de spire).

Alimentatorul se montează pe o placă de textolit sau pertinax, ieşirea se conectează la două borne (2 şuruburi) la care se face şi marcarea polarităţii bornelor. Un exemplu de aşezare a pieselor pe placă poate fi văzut în figura 57. Tot montajul se va proteja într-o cutie ce poate fi confecţionată din placaj.

Alimentator cu tranzistor în celulă de filtraj. Acest alimentator este destinat alimentării unor aparate mai pretenţioase în ceea ce priveşte exactitatea valorii tensiunii de alimentare şi existenţa unui brum cît mai mic. Schema unui astfel de alimentator este prezentată în figura 58. Deosebirea faţă de cel precedent constă în aceea că în locul rezistorului *R* din celula de filtraj a fost introdus

Schema de cablaj a alimentatorului

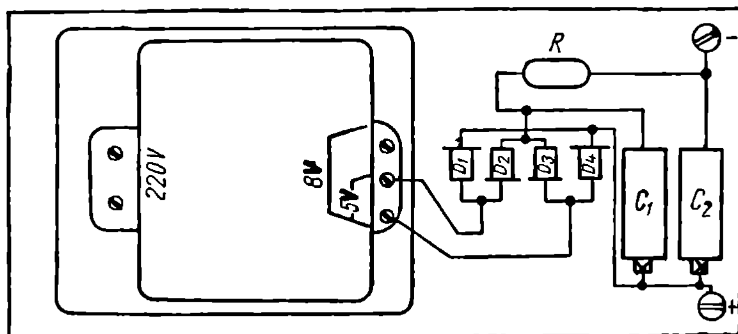


Fig. 57.

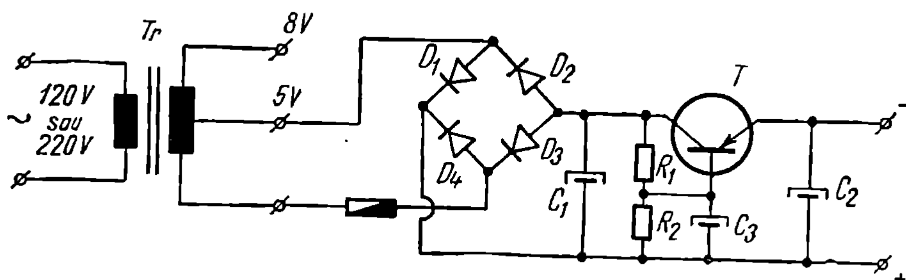


Fig. 58. Schema alimentatorului cu filtraj electronic

tranzistorul *T* şi un circuit de alimentare al bazei acestuia, format de rezistoarele R_1, şi R_2 şi condensatorul C_3. Această schemă de filtraj este de fapt o simplificare a schemei stabilizatorului electronic cu tranzistor şi dioda Zener, simplificare impusă de faptul că diodele Zener se procură mai greu.

Funcţionarea schemei se bazează pe proprietatea tranzistorului de a păstra între bază şi emitor o tensiune de circa 0,2 V, la variaţii mari ale curentului de colector. Menţinînd baza la un potenţial fix faţă de borna „+" a montajului şi tensiunea emitorului va avea o valoare fixă faţă de „+" a montajului. Condensatorul C_3 realizează o filtrare a tensiunii bazei. Rezistoarele au valorile rezistenţei: R_1=100 Ω şi R_2=620 Ω. Cu aceste valori se poate obţine la ieşire o tensiune de circa 6 V sau 9 V, după priza transformatorului pe care o folosim (5v sau 8V). Condensatorul C_3 are capacitatea de 200 μF şi tensiunea de lucru de 12 V. Tranzistorul T se alege după valoarea maximă a intensităţii curentului pe care dorim să-l debiteze alimentatorul. Astfel, pînă la un curent de 100 mA se va folosi tranzistorul EFT 322 sau EFT 323, cu un radiator realizat din tablă subţire, ca în figura 59. La un curent de pînă la 200 mA se va folosi un tranzistor de tip EFT 131 sau AC180K. În ambele cazuri tranzistorul trebuie să aibă un factor de amplificare în curent de minimum 30. Siguranţa de protecţie va fi în primul caz de 0,12 A, iar în al doilea de 0,25 A. Restul pieselor

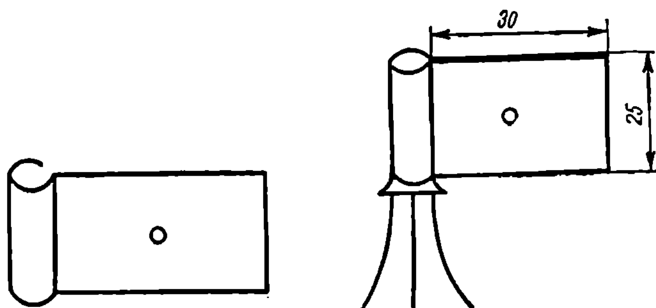


Fig. 59

Construcţia radiatorului

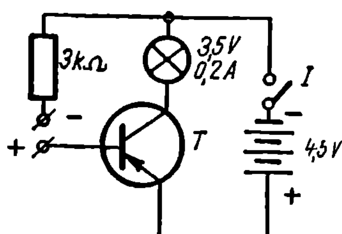
sînt identice cu cele de la prima variantă de alimentator. Montarea pieselor va fi executată la fel ca şi la alimentatorul simplu.

Aparate pentru verificarea pieselor şi circuitelor

Pentru a avea garanţia unei bune reuşite în construcţia unor aparate trebuie să folosim numai piese de bună calitate. Deseori amatorul este pus în situaţia de a folosi piese recuperate de la diverse aparate vechi. Înainte de a fi folosite, aceste piese trebuie verificate, în special diodele şi tranzistoarele, care pot fi uşor deteriorate chiar la demontare prin supraîncălzire. În capitolul referitor la aparatele de măsurat s-a arătat cum pot fi verificate diodele şi tranzistoarele cu ajutorul unui ohmmetru. Uneori un astfel de aparat nu este uşor de procurat pentru electronistul amator începător. În cele ce urmează va fi descris un dispozitiv simplu care poate suplini un ohmmetru, precum şi un betametru, pentru măsurarea tranzistoarelor.

Aparat simplu pentru verificarea circuitelor. Acest aparat, fără a folosi un instrument de măsurat, poate fi folosit cu succes pentru verificarea rezistoarelor cu rezistenţa sub 10 KΩ, bobinelor, diodelor şi tranzistoarelor. Schema sa este prezentată în figura 60. Aparatul este de

Fig. 60.



Schema aparatului de verificare a circuitelor

fapt un bec de control cu amplificator electronic. Tranzistorul T poate fi EFT 124, EFT 125, EFT 130, EFT 131, AC 180 sau AC 180 K, preferabil cu un factor de amplificare în curent β mai mare de 50, pentru a avea o sensibilitate mai bună a aparatului. Ca indicator este folosit un simplu beculeț de lanternă de 3,5 V/0,2 A. Întregul montaj, împreună cu bateria de alimentare, poate fi introdus într-o cutie de material plastic, din care pot fi scoase două conductoare flexibile de 15—20 cm lungime care reprezintă bornele instrumentului. Conductoarele vor fi prevăzute la capete cu banane, preferabil de culori diferite, pentru a cunoaște polaritatea bornelor. O altă variantă constă în montarea tranzistorului și a rezistorului într-o lanternă obișnuită, folosind întreruptorul, bateria și beculețul acesteia.

Funcționarea aparatului este cît se poate de simplă: atunci cînd între borne se închide circuitul cu un conductor sau cu o piesă care are o rezistență electrică sub 10 KΩ, prin circuitul bazei trece un curent a cărui intensitate poate atinge valoarea de 3 mA. Acest curent este amplificat de tranzistor și, în circuitul colectorului, intensitatea curentului este suficient de mare pentru a aprinde beculețul. Dacă între borne se întrerupe circuitul sau rezistența electrică este mare, curentul bazei va fi nul sau foarte mic și în circuitul colectorului va circula un curent cu o intensitate mică ce nu poate aprinde beculețul. Deoarece curentul în circuitul bazei este limitat de rezistor la o valoare maximă de 3 mA, aparatul poate fi folosit cu succes la verificarea unor piese care nu admit trecerea unor curenți de intensitate mare (diode punctiforme, tranzistoare de mică putere).

Cu acest aparat pot fi executate următoarele verificări:

— verificarea continuității circuitelor (beculețul se va aprinde atunci cînd între punctele în care se execută verificarea nu este o întrerupere);
— verificarea continuității rezistoarelor sub 10 K Ω și a bobinelor de orice fel;
— verificarea izolației condensatoarelor (cuplînd un condensator la bornele aparatului, beculețul nu trebuie să se aprindă);
— verificarea diodelor semiconductoare (la cuplarea bornelor în sensul conducției directe a diodei, beculețul se aprinde, iar la inversarea cuplării bornelor, beculețul trebuie să rămînă stins);
— verificarea joncțiunilor E-B (emitor-bază) și C-B (colector-bază), ale tranzistoarelor (se execută la fel cu verificarea diodelor, considerînd cele două diode echivalente ale unui tranzistor).

Betametrul simplu. Este un aparat care permite măsurarea factorului de amplificare în curent β al unui tranzistor. Folosind un miliampermetru cu o sensibilitate (intensitatea curentului pentru deviația maximă a acului) de 1—6 mA, se poate realiza un aparat simplu care, fără a avea o precizie aptă să justifice încadrarea sa între aparatele de măsurat, permite totuși măsurarea în bune condiții a curentului rezidual I_{CE0} și a factorului β, pentru tranzistoarele de mică putere, cel mai des utilizate tip pnp sau npn. Deși aparatul nu este prevăzut cu posibilitatea executării corecției pentru citirea exactă a valorii lui β, totuși el permite obținerea directă a valorii aproximative a factorului β, precum și valoarea curentului rezidual I_{CE0}. Pentru simplificare, aparatul posedă o singură scară, și anume pentru β cuprins între 0 și 120.

Schema de principiu a aparatului este dată în figura 61. Funcționarea aparatului se bazează pe proprietatea tranzistorului de a amplifica curentul care se aplică bazei.

Dacă în circuitul bazei introducem un curent de intensitate cunoscută I_B, atunci în circuitul colectorului va circula un curent de valoare $I_C = \beta \cdot I_B$. Curentul bazei, în cazul aparatului nostru, este dat de relația:

$$I_B \approx \frac{U_B}{R_B},$$

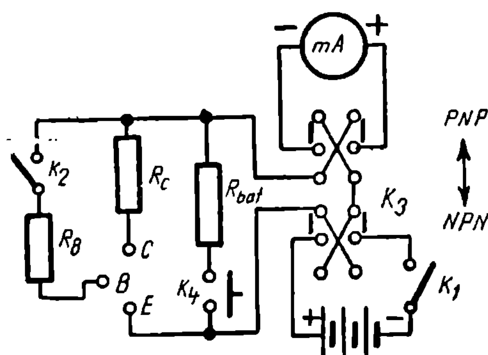


Fig. 61. Schema betametrului

U_B fiind tensiunea bateriei. Aproximaţia rezultă din aceea că nu am ţinut seama de curentul rezidual I_{CE0}.

Miliampermetrul folosit este de 6 mA. Pe scala acestuia se va trage o diviziune suplimentară cu tuş roşu la 0,5 mA. De asemenea la 4,5 mA se va marca un reper cu tuş verde ceva mai lat (sub forma unui arc de cerc trasat de la diviziunea corespunzătoare pentru 4,2 mA pînă la diviziunea de 4,5 mA). Deasupra acestui reper se va scrie „U_B". În cazul folosirii unui alt miliampermetru, cu altă sensibilitate, se va introduce în paralel un rezistor (şunt), astfel că la deviaţia maximă a scalei curentul să aibă intensitatea de 6 mA. Valoarea rezistenţei şuntului depinde atît de sensibilitatea instrumentului, cît şi de rezistenţa sa internă. De aceea determinarea sa va fi făcută experimental. De asemenea, scala miliampermetrului va fi înlocuită cu una gradată pînă la 6 mA.

Rezistoarele din schemă au valorile: $R_B=91$ $K\Omega$, $R_C=510$ Ω şi $R_{bat}=1$ $K\Omega$. Comutatoarele K_1 şi K_2 sînt întreruptoare basculante de tipul acelora folosite la veioze. Comutatorul K_3 are 6 contacte $\times 2$ poziţii, de felul acelora folosite la aparatele portabile cu tranzistoare de tip „Zefir". Din cele şase contacte se folosesc numai patru. Comutatorul K_4 este un buton de contact de sonerie, cu dimensiuni cît mai mici. Bornele pentru conectarea tranzistorului, marcate pe schemă *E*, *B*, *C* pot fi procurate de la un întreruptor electric vechi, scos de la instalaţia electrică.

Întregul aparat se montează într-o cutie de placaj, avînd în partea superioară un panou de textolit sau pertinax pe care se montează miliampermetrul, comutatoarele şi bornele de contact. Cele două poziţii ale comutatorului K_1 se notează cu P (pornit) şi O (oprit).

Poziţiile comutatorului K_2 se notează β (cînd comutatorul este închis) şi I_{CE0} (cînd comutatorul este deschis). Poziţiile comutatorului K_3 se notează PNP şi NPN. În schemă comutatorul K_3 este figurat în poziţia PNP. Deasupra butonului K_4 se va scrie „U_B". Cutia va mai fi prevăzută cu un capac în partea de jos, pentru introducerea şi schimbarea bateriei. Dimensiunile cutiei şi ale panoului vor fi alese după dimensiunile miliampermetrului şi comutatoarelor folosite. Modul de amplasare a acestora pe panou este arătat în figura 62.

Modul de utilizare şi funcţionarea aparatului pe etape este următoarea:

— Se pune comutatorul K_3 în poziţia corespunzătoare tipului de tranzistor măsurat (pnp sau npn).

— Cu tranzistorul neconectat la bornele aparatului se închide comutatorul K_1. Se apasă pe butonul K_4. În această situaţie se verifică bateria. Acul instrumentului trebuie să ajungă pînă la reperul verde, marcat „U_B", de pe scală. În caz contrar, bateria este uzată şi se va schimba.

— Se deschide comutatorul K_1 şi se prind terminalele tranzistorului în cele trei borne, corespunzătoare emito-

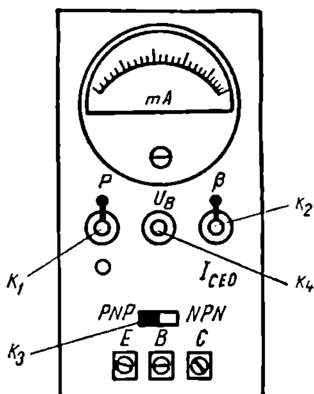


Fig. 62. Aspectul panoului betametrului

rului, bazei şi colectorului (atenţie la corectitudinea legării tranzistorului).

— Cu comutatorul K_2 în poziţia I_{CE0} (deschis), se închide comutatorul K_1. În această situaţie, miliampermetrul măsoară curentul rezidual între colector şi emitor. Dacă acul nu depăşeşte reperul roşu (0,5 mA), tranzistorul este bun pentru a fi folosit în montaje de amator. Dacă aparatul indică un curent rezidual mai mare, folosirea tranzistorului nu este posibilă datorită consumului prea mare. Dacă acul instrumentului merge pînă la capăt, tranzistorul este străpuns.

— Dacă tranzistorul are I_{CE0} sub 0,5 mA, se trece comutatorul K_2 în poziţia β (închis). În această poziţie aparatul indică valoarea factorului de amplificare în curent, β. Valoarea lui β se găseşte înmulţind intensitatea curentului indicat de instrument cu 20. De exemplu, dacă instrumentul indică un curent de 3,2 mA, atunci factorul de amplificare în curent are valoarea:

$$\beta = 3,2 \times 20 = 64.$$

Dacă aparatul nu indică nici un curent, atunci tranzistorul este întrerupt, deci inutilizabil; dacă acul instrumentului depăşeşte extremitatea din dreapta a scalei (I_{CE0} fiind sub 0,5 mA) β are o valoare mai mare de 120.

După un număr de exerciţii, folosirea aparatului devine foarte simplă, dovedindu-se a fi de mare folos amatorului la alegerea tranzistoarelor pentru diverse construcţii.

Aparate pentru verificarea şi depanarea radioreceptoarelor şi amplificatoarelor

În mod obişnuit, cea mai mare parte a timpului folosit pentru repararea unui aparat electronic se iroseşte pentru găsirea etajului sau a piesei defecte, înlocuirea elementului defect fiind în general o operaţie de numai cîteva minute. Pentru uşurarea localizării defectelor într-un radioreceptor sau amplificator, în lipsa unor aparate de măsurat pot fi folosite cu deosebit succes dispozitive

Schema defectoscopului cu un tranzistor

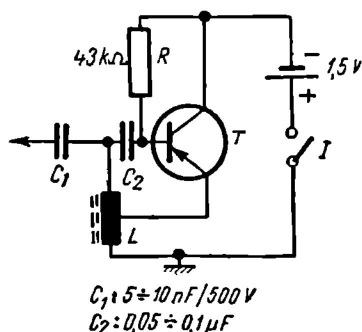


Fig. 63.

electronice simple și eficace. În cele ce urmează vor fi prezentate două variante de defectoscoape (trasatoare de semnal) și a unui amplificator urmăritor de semnal. Simplitatea schemelor și numărul redus de piese folosit permit realizarea lor de către fiecare amator, osteneala fiind pe deplin justificată de utilitatea unor astfel de aparate în micul laborator al pionierului electronist.

Defectoscop cu un tranzistor. Schema acestui defectoscop este dată în figura 63. Aparatul este de fapt un oscilator care generează un semnal de audiofrecvență cu un număr foarte mare de armonici (semnale a căror frecvență sînt multiplii frecvenței fundamentale). Tranzistorul *T* poate fi de orice tip de tranzistor de mică putere. Se recomandă totuși folosirea unui tranzistor de radiofrecvență (de exemplu EFT 317, EFT 319 sau P 401), pentru ca armonicele să ajungă pînă la frecvențe mari, pentru a permite verificări și la radioreceptoarele care funcționează în unde scurte.

Bobina *L* poate fi realizată pe o carcasă cu miez, de la o bobină din circuitele de radiofrecvență ale unui radioreceptor. Mai indicat este să se utilizeze un miez de tip „oală", asemănător aceluia de la transformatoarele de frecvență intermediară ale radioreceptorului „Turist" produs de Uzinele „Electronica". În ambele cazuri, bobina are un număr de 20 de spire, cu priză la jumătate, pentru legarea emitorului tranzistorului. Sîrma de bobinaj folosită are un diametru de 0,2—0,3 mm și este izolată cu email.

Defectoscopul va fi montat pe o plăcuţă din material izolant cu dimensiunile 14×32×1 mm. Piesele vor fi montate astfel pe plăcuţă încît înălţimea montajului să nu depăşească 12 mm. Întregul montaj va fi introdus într-o lanternă „Luminiţa", în locul elementului de baterie din partea opusă întreruptorului. Celălalt element de baterie va fi folosit pentru alimentarea defectoscopului. De asemenea va fi păstrat întreruptorul lanternei.

De la contactul „—" al bateriei va fi legat un conductor la punctul comun al colectorului tranzistorului şi rezistorului, iar de la contactul de ieşire al întreruptorului se va lega un conductor la masa montajului. În orificiul prin care ieşea lupa becului se va introduce un vîrf confecţionat din sîrmă de alamă, cu diametrul de 3 mm, ascuţit la un capăt şi filetat la celălalt. Lungimea vîrfului va fi de 60 mm. El se va fixa în orificiu cu ajutorul a două piuliţe. Plăcuţa de montaj va fi lipit cu lipinol în cutia lanternei. Condensatorul C_1 va fi lipit cu capătul liber la vîrful de alamă. De asemenea, la masă (contactul de ieşire al comutatorului) va fi lipit un conductor flexibil de 15—20 cm lungime, prevăzut la capăt cu o clemă „crocodil". Modul de montare a pieselor este prezentat în figura 64.

Cu defectoscopul se lucrează astfel: se pune aparatul care urmează a fi verificat, în funcţiune. Se prinde clema „crocodil" a defectoscopului la masa aparatului (şasiul metalic sau borna „+" a bateriei în cazul aparatelor cu tranzistoare). Se pune în funcţiune defectoscopul şi cu

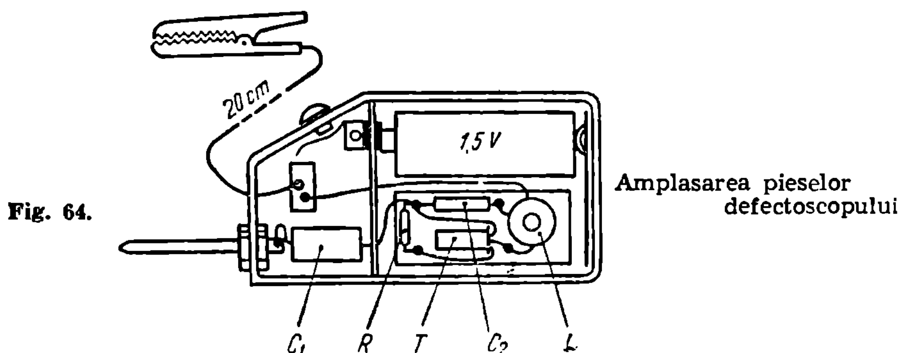
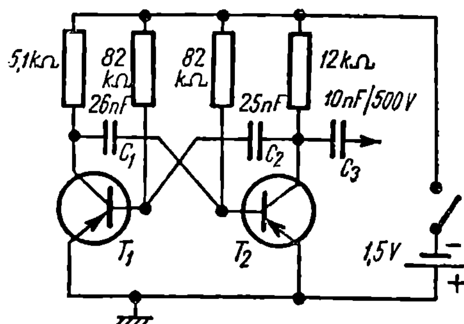


Fig. 64. Amplasarea pieselor defectoscopului

vîrful de probă se ating pe rînd punctele de intrare ale etajelor radioreceptorului sau amplificatorului defect. Aceste puncte de intrare sînt grilele de comandă ale tuburilor electronice sau bazele tranzistoarelor. Verificarea se face de la ultimul etaj către primul (de la ieşire la intrare). Atingînd cu vîrful de probă intrarea unui etaj care funcţionează, se va auzi în difuzor un sunet cu o frecvenţă fixă. Dacă apoi trecem cu un etaj înainte şi sunetul nu se mai aude, înseamnă că etajul respectiv este defect. În felul acesta poate fi localizat etajul defect, ceea ce este deosebit de important în cazul în care aparatul defect are un număr mai mare de etaje.

Defectoscop cu două tranzistoare. A doua variantă de defectoscop propusă pentru realizare este prezentată în schema din figura 65. Acest tip de schemă este cunoscut sub numele de multivibrator sau circuit basculant astabil. Funcţionarea sa are la bază fenomenul de descărcare a unui condensator. La pornire unul din tranzistoare, de exemplu T_1, datorită faptului că este practic imposibil ca tranzistoarele să fie identice, permite trecerea unui curent mai mare. Ca urmare, căderea de tensiune pe rezistorul din colectorul său va fi mai mare. Acest salt de tensiune se transmite prin condensator spre baza celuilalt tranzistor, blocîndu-l. Deci, în prima fază un tranzistor conduce, iar celălalt este blocat. Condensatorul C_1, care menţine tranzistorul T_2 blocat, prin sarcina acumulată pe armăturile sale, se descarcă prin rezistorul din circuitul bazei şi prin rezistorul din circuitul colectorului



Schema defectoscopului cu două tranzistoare

Fig. 65.

tranzistorului T_1 care conduce. În momentul în care tensiunea pe condensator a scăzut, astfel încît potențialul bazei față de emitor devine negativ, tranzistorul blocat se deschide. În colectorul său apare un salt de tensiune care se transmite pe baza tranzistorului care conduce, blocîndu-l. S-a trecut astfel în faza a doua, în care primul tranzistor este blocat și al doilea conduce. Procesul se repetă, cu singura deosebire că acum contează descărcarea condensatorului C_2.

Trecerea dintr-o stare în alta, bascularea se face foarte rapid. Durata unei stări este determinată de valorile condensatoarelor și rezistoarelor. În colectorul fiecărui tranzistor se obțin variații mari ale tensiunii, care, separate de tensiunea continuă cu un condensator, reprezintă o tensiune alternativă. Aceasta prezintă o trecere bruscă de la o polaritate la cealaltă, numindu-se tensiune dreptunghiulară datorită reprezentării sale sub forma unor creneluri de cetate, așa cum se vede în figura 66. De asemenea, această tensiune, în afara frecvenței fundamentale, prezintă un foarte mare număr de armonici. De aceea și acest defectoscop permite verificarea unor aparate de radiorecepție sau amplificatoare pînă la frecvențe corespunzătoare undelor medii sau chiar undelor scurte.

Tranzistoarele T_1 și T_2 sînt de același tip, putîndu-se folosi orice tranzistoare de mică putere.

Condensatoarele C_1, și C_2 sînt ceramice, de tip plachetă. Condensatorul C_3 va avea tensiunea de lucru de 500 V, pentru a permite și verificarea aparatelor cu tuburi electronice.

Rezistoarele au puterea disipată de 0,25 W. Întregul defectoscop se montează, asemenea precedentului, într-o lanternă „Luminița" toate indicațiile date la prima variantă fiind valabile și la aceasta. Borna liberă a condensatorului C_3 se leagă la vîrful de probă. La masa defectoscopului (punctul comun al emitorilor) se va lega

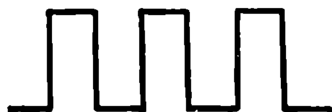
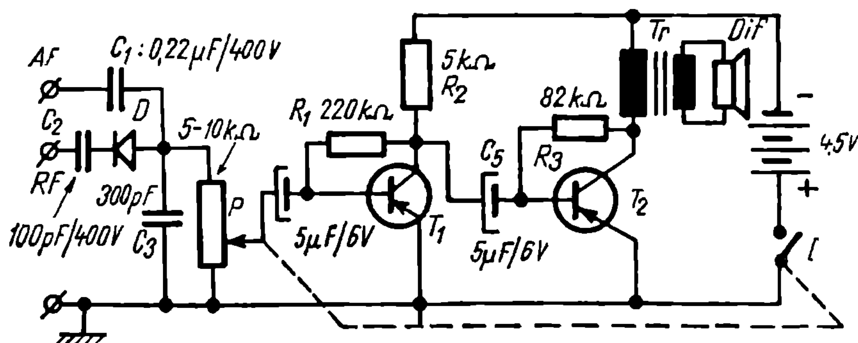


Fig. 66. Forma tensiunii generate de defectoscopul cu două tranzistoare



Schema amplificatorului-urmăritor de semnal Fig. 67.

un conductor flexibil, lung de 15—20 cm, prevăzut la capăt cu o clemă „crocodil“.

Modul de folosire a acestui defectoscop este identic cu cel descris la prima variantă.

Amplificator-urmăritor de semnal. Acest aparat simplu, a cărui schemă este prezentată în figura 67, permite verificare etajelor unui radioreceptor sau amplificator în sens invers defectoscopului, adică de la intrare spre ieşire. Din schemă se vede că este vorba de un amplificator de audiofrecvenţă cu două etaje. El este prevăzut cu două intrări, una de audiofrecvenţă şi una de radiofrecvenţă. Semnalul de audiofrecvenţă se aplică direct potenţiometrului de reglaj al volumului prin condensatorul C_1, care are o tensiune de lucru de 400 V, pentru a permite şi verificarea etajelor aparatelor cu tuburi electronice.

Semnalul de radiofrecvenţă modulat (de la un radioreceptor) se aplică grupului format de dioda *D* şi condensatoarele C_2 şi C_3, care formează un etaj detector simplificat. La ieşirea acestui etaj de detecţie regăsim potenţiometrul de reglaj al volumului.

În continuare, urmează două etaje amplificatoare de audiofrecvenţă. În circuitul colectorului ultimului etaj amplificator de audiofrecvenţă este montat un transformator de ieşire, în secundarul căruia se conectează un difuzor sau o cască telefonică. Dacă amatorul dispune de o cască de radio de 2 000—4 000 Ω, o poate folosi cu

succes conectînd-o în locul înfăşurării primare a transformatorului.

Tranzistoarele folosite pentru realizarea amplificatorului pot fi de orice tip de audiofrecvenţă. În cazul folosirii tranzistoarelor româneşti, se recomandă ca T_1 să fie de tip EFT 353, iar T_2 de tip EFT 323. Rezistoarele folosite au puterea disipată de 0,25 W. Condensatoarele C_1 şi C_2 vor avea tensiunea de lucru de 400 V. Transformatorul T_r este un transformator de ieşire, care poate fi luat de la orice aparat cu tranzistoare.

Întregul montaj se realizează pe o plăcuţă de pertinax cu dimensiunile de 25×50 mm. Plăcuţa, împreună cu bateria şi difuzorul vor fi montate într-o cutiuţă de material plastic (de exemplu, o cutiuţă pentru ace de undiţă şi momeală, căreia i s-au demontat, prin rupere, pereţii despărţitori).

Printr-un orificiu într-unul din pereţii laterali ai cutiei va fi scoasă rozeta de comandă a potenţiometrului cu întreruptor al amplificatorului. Tot printr-un orificiu se scoate şi un conductor flexibil de 15—20 cm lungime, care are un capăt prevăzut cu o clemă „crocodil", iar celălalt capăt lipit la masa aparatului. În sfîrşit, pe capacul cutiei se montează două bucşe radio, la care se conectează condensatoarele C_1 şi C_2. Cele două bucşe se marchează „A.F" şi „R.F.", audiofrecvenţă şi radiofrecvenţă. Aparatul va mai fi prevăzut cu un cordon flexibil avînd două banane la capete.

Modul de lucru cu aparatul este simplu: se conectează clema „crocodil" la masa aparatului de verificat şi unul din capetele cordonului flexibil se introduce în borna „A.F." sau „R.F.", după cum verificăm funcţionarea unui etaj de audio sau de radiofrecvenţă.

Pornind amplificatorul-urmăritor şi aparatul care este în verificare, vom atinge cu banana liberă a cordonului flexibil ieşirea (de exemplu, colectorul unui tranzistor) etajului pe care-l verificăm. În difuzor sau cască se va auzi, în cazul funcţionării corecte, un sunet (de exemplu, în cazul radioreceptoarelor, programul staţiei pe care sînt acordate aparatele).

Cel mai indicat mod de utilizare a acestui aparat este însă asocierea sa cu un defectoscop. În acest caz se va

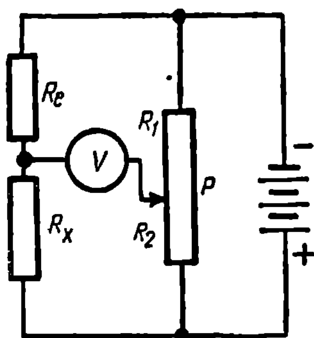
introduce la intrarea etajului pe care-l verificăm semnal de la defectoscop, în modul arătat la descrierea utilizării defectoscopului, iar la ieşirea etajului se conectează amplificatorul-urmăritor de semnal. În cazul funcţionării corecte a etajului verificat, în difuzor sau în cască se va auzi sunetul produs de defectoscop.

Cele trei aparate simple de verificat construite pot duce uşor la localizarea unor defecte în radioreceptoare şi amplificatoare, scutind pe tînărul electronist de pierderea unor minute preţioase, chiar în cazul în care nu dispune de aparate de măsurat.

Punţi pentru măsurarea rezistoarelor şi condensatoarelor

Punţile de măsurat sînt aparate care permit măsurarea rezistoarelor, condensatoarelor sau bobinelor, prin comparare cu piese similare, care constituie etaloane de rezistenţă, capacitate sau inductanţă. Deoarece obţinerea unor bobine-etalon prezintă o serie de greutăţi, se vor descrie două variante ale punţilor de măsurat numai pentru rezistoare şi condensatoare.

Pentru a înţelege cum funcţionează o punte, privim schema din figura 68, care reprezintă cea mai simplă punte pentru măsurarea rezistoarelor. Tensiunea bateriei se aplică simultan atît braţului format de rezistoarele R_e (etalon) şi R_x (necunoscut), cît şi braţului format de cele două secţiuni ale potenţiometrului P, R_1 şi R_2. Între



Principiul punţii — Fig. 68.

cursorul potențiometrului și punctul comun al rezistoarelor R_e și R_x se conectează voltmetrul V. Circulînd prin rezistoare curentul creează diferențe de potențial între capetele lor. Diferența de potențial între capetele rezistorului R_x depinde de raportul $\frac{R_e}{R_x}$. De asemenea, diferența de potențial între cursorul potențiometrului P și capătul de jos al său depinde de raportul rezistențelor celor două porțiuni ale potențiometrelor, adică de raportul $\frac{R_1}{R_2}$ cînd rapoartele sînt egale, adică:

$$\frac{R_e}{R_x} = \frac{R_1}{R_2},$$

cele două diferențe de potențial sînt egale, iar tensiunea indicată de voltmetru, nulă. În acest caz se spune că puntea este la echilibru.

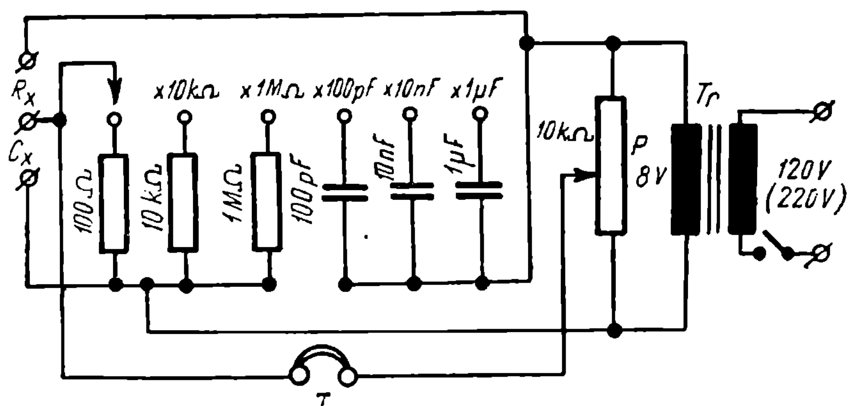
Valoarea rezistenței necunoscute poate fi calculată cu ajutorul relației:

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} \cdot R_e.$$

Pentru o anumită valoare a rezistenței etalon R_e, la diverse valori ale raportului $\frac{R_1}{}$, avem diferite valori pentru R_x în echilibrarea punții. Pentru ușurința măsurărilor, pe axul potențiometrului se găsește un cursor care se mișcă pe un cadran pe care sînt însemnate diversele valori ale raportului $\frac{R_1}{R_2}$, de regulă între 0,1 și 10.

Pe acest principiu sînt realizate punțile de măsurare a rezistoarelor. Dacă în locul unei surse de curent continuu vom utiliza o sursă de curent alternativ, folosind proprietatea condensatoarelor de a lăsa să treacă curentul alternativ, intensitatea curentului fiind proporțională cu valoarea capacității, pot fi măsurate cu ajutorul punții și condensatoarele.

În cele ce urmează sînt prezentate schemele și detaliile constructive pentru realizarea a două punți pentru măsurarea capacității și rezistenței.



Schema punţii alimentate de la reţea Fig. 69.

Punte simplă pentru măsurarea rezistoarelor şi condensatoarelor. Schema acestei punţi este prezentată în figura 69. Sursa de alimentare este constituită dintr-un transformator de sonerie. Pentru ca să aibă o sensibilitate mai bună, puntea va fi alimentată la tensiunea de 8 V. Potenţiometrul *P*, care constituie unul din braţele punţii, va fi neapărat un potenţiometru liniar. Este preferabil ca acesta să fie de o construcţie robustă. Rezistoarele folosite ca etaloane vor avea puterea disipată de 1—2 W. Rezistoarele-etalon şi condensatoarele-etalon vor avea valoarea rezistenţei, respectiv a capacităţii, cît mai precisă, deoarece orice abatere are drept consecinţă scăderea preciziei punţii. Casca *T* va fi o cască de 2 000 Ω, pentru a avea o sensibilitate a punţii cît mai bună.

Puntea de măsură va fi montată într-o cutie de placaj sau material plastic, suficient de mare pentru a permite aşezarea în interiorul său a transformatorului (de sonerie sau alt tip, care să dea tensiunea de 6—8 V), potenţiometrului şi a celorlalte piese. Pe panoul frontal al aparatului vor fi montate potenţiometrul, întreruptorul de reţea, bucşele radio pentru alegerea domeniului de măsură (în număr de şase), trei borne pentru conectarea căştii. La butonul potenţiometrului va fi lipită o fîşie de celuloid lată de 15 mm, lungă de 75 mm şi cu grosimea

de 1 mm, care va constitui acul indicator. Ca reper va fi trasat, prin zgîriere, o linie la jumătatea lăţimii fîşiei. Pe un arc de cerc avînd acelaşi centru cu gaura de fixare a potenţiometrului vor fi înscrise diviziunile scării, care reprezintă valorile raportului $\frac{R_1}{R_2}$. Aceste valori sînt cuprinse între 0,1 şi 10, avînd valoarea 1 la jumătatea cursei potenţiometrului. Poziţiile diviziunilor pentru diverse valori ale raportului se determină experimental, la etalonarea punţii, prin conectarea unor rezistoare la bornele R_x care au rezistenţa în raport cunoscut faţă de R_e. Tot pe panoul frontal se va găsi un conductor flexibil de 15 cm lungime, avînd un capăt lipit la borna comună pentru R_x şi C_x, la capătul liber fiind prevăzut cu o banană care se va introduce într-una din bucşele corespunzătoare domeniului de măsurat ales. Un exemplu de amplasare a acestor elemente pe panoul frontal este prezentat în figura 70.

Modul de lucru cu puntea este următorul: se pune în funcţiune aparatul şi se conectează la borne piesa de măsurat (rezistor sau condensator). Se introduce banana într-una din bucşele corespunzătoare măsurării rezistoarelor sau condensatoarelor. Se roteşte butonul potenţiometrului pînă cînd sunetul din cască încetează. Citind valoarea raportului de pe scala potenţiometrului, se înmulţeşte cu valoarea factorului de multiplicare corespunzător bucşei în care este introdusă banana şi se află

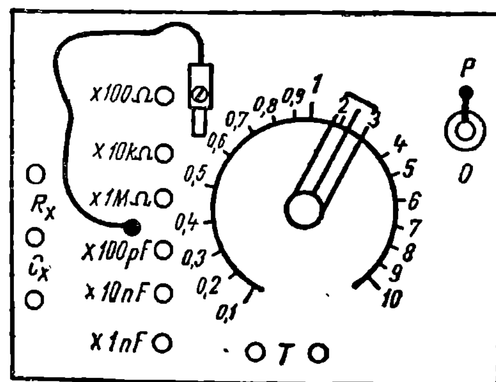


Fig. 70. Aspectul panoului frontal al punţii

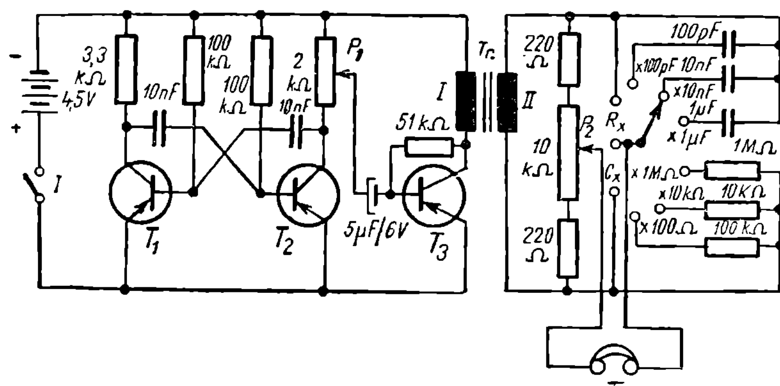


Fig. 71.

Schema punţii alimentate la baterie

valoarea rezistenţei sau capacităţii. Dacă pe toată cursa potenţiometrului nu se obţine echilibrul punţii, se va trece banana într-o bucşă vecină şi se va repeta încercarea de echilibrare a punţii. Cu cît ne apropiem de echilibru, intensitatea sunetului scade.

Punte portabilă. A doua variantă de punte este prezentată în figura 71. În locul transformatorului de reţea, la această variantă se foloseşte ca sursă de curent alternativ un generator de ton cu frecvenţa de circa 1 000 Hz. De asemenea, tensiunea aplicată punţii poate fi reglată, permiţînd modificarea sensibilităţii punţii după dorinţă. Alimentarea făcîndu-se la baterie, puntea este independentă de reţea.

Tranzistoarele T_1, T_2 şi T_3 sînt de tip EFT 353, EFT 323 sau orice alt tip de tranzistor de audiofrecvenţă. Potenţiometrul de reglaj al sensibilităţii, P_1, este de tip miniatură cu întreruptor, servind şi ca întreruptor de pornire a punţii. Casca T are 2 000 Ω. Transformatorul Tr are rolul de a separa circuitul colectorului tranzistorului T_3 de puntea de măsurat. El se realizează pe un miez de 0,25—0,5 cm^2, avînd în înfăşurarea I 1000 spire cu sîrmă izolată cu email, cu diametrul de 0,1 mm, iar în înfăşurarea II 2000 de spire cu aceeaşi sîrmă.

Comutatorul K_1 are 1 contact × 6 poziţii şi foloseşte la alegerea domeniului de măsurat. La nevoie se poate

înlocui cu un sistem de comutare cu bucşe şi banană, ca la construcţia anterioară.

Detaliile privind piesele ce compun puntea propriu-zisă, precum şi modul de realizare constructivă, date la puntea simplă sînt valabile şi în acest caz. Pe panoul frontal al punţii vor apărea rozeta de comandă a potenţiometrului P_1, butonul cu ac indicator al potenţiometrului P_2, scala pentru valorile raportului $\frac{R_1}{R_2}$, bornele de conectare pentru R_x, C_x şi cască, precum şi butonul comutatorului K_1 sau bucşele şi conductorul cu banană pentru alegerea domeniului de măsurat. Dimensiunile punţii şi modul de amplasare a pieselor rămîn la latitudinea constructorului, fiind dictate şi de dimensiunile pieselor folosite.

Generatoare de audiofrecvenţă

Generatoarele de audiofrecvenţă sînt surse electronice de curent alternativ de audiofrecvenţă. Ele pot fi construite pentru o anumită frecvenţă (de exemplu, generatorul de ton al centralelor telefonice) sau pot fi realizate cu frecvenţă variabilă, continuu sau în trepte, în vederea obţinerii semnalelor pentru reglarea şi verificarea amplificatoarelor de audiofrecvenţă.

Generator de ton pentru învăţarea telegrafiei. Acest generator simplu, cu un tranzistor, este realizat după

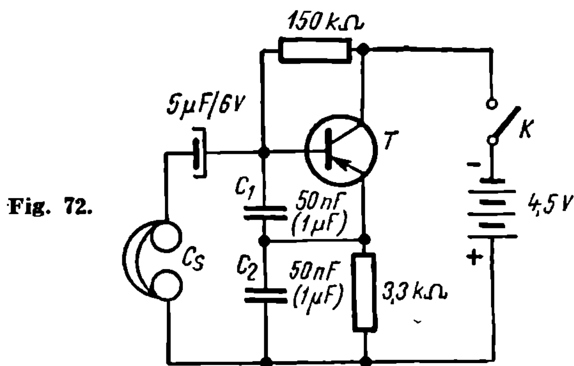


Fig. 72. Schema generatorului pentru învăţarea telegrafiei

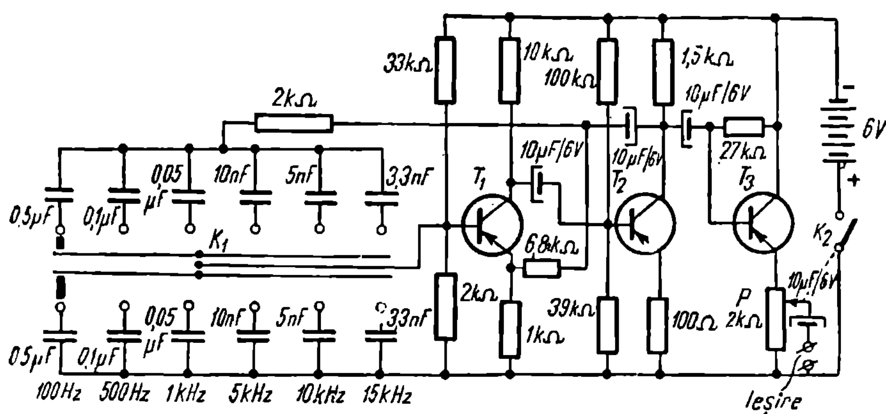
schema din figura 72. Tranzistorul T poate fi de orice tip, de audiofrecvență (EFT 321, EFT 322, EFT 323, EFT 351, EFT 352, EFT 353 etc.). Căștile utilizate pot fi de 4 000 Ω, sau de tip telefonic, de 65 Ω. Valorile condensatoarelor C_1, și C_2 se dau pentru ambele variante. În locul căștilor poate fi folosit un difuzor cu un transformator de ieșire (de exemplu, un difuzor de radioficare). În acest caz, valorile condensatoarelor vor fi determinate experimental pentru a obține un ton convenabil. Frecvența optimă este de circa 1 000 Hz, deoarece la această frecvență urechea are maximum de sensibilitate la nivele mici de semnal. Întrerupătorul K este chiar manipulatorul.

Toată construcția va fi plasată într-o cutie în care să încapă piesele și bateria de alimentare (o lanternă, o savonieră etc.). Cutia va fi prevăzută cu borne pentru conectarea manipulatorului și a căștilor (sau difuzorului).

Generator de audiofrecvență pentru măsurări. Cu numai trei tranzistoare și un număr relativ mic de piese poate fi realizat un generator de audiofrecvență simplu, dar deosebit de folositor pentru verificarea și măsurarea amplificatoarelor și magnetofoanelor.

Schema generatorului este prezentată în figura 73. Primele două tranzistoare constituie un generator RC cu punte Wien, iar cel de-al treilea este de fapt un simplu

Schema generatorului de audiofrecvență **Fig. 73.**



etaj repetor pe emitor, care are rolul de a separa oscilatorul de bornele de ieşire.

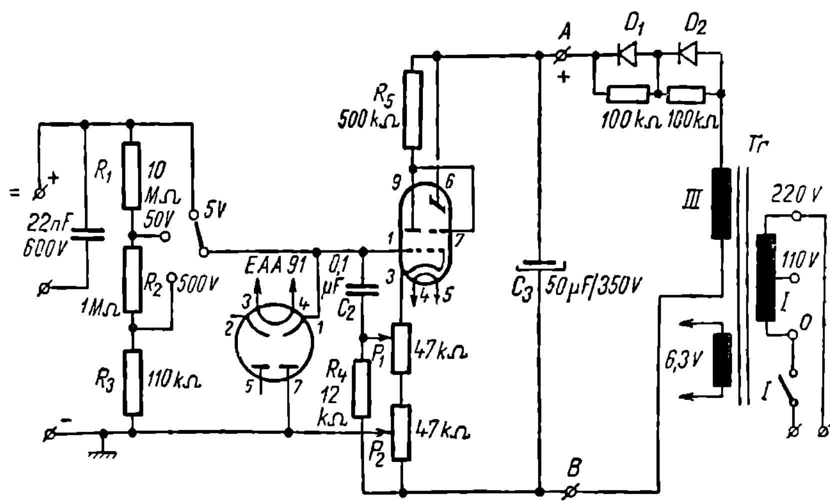
Generatorul dă oscilaţii pe şase frecvenţe fixe, şi anume 100 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 5 000 Hz, 10 000 Hz şi 15 000 Hz, care pot fi alese cu ajutorul comutatorului K_1. Aceste şase frecvenţe sînt suficiente pentru verificarea în bune condiţii a amplificatoarelor şi magnetofoanelor. Tranzistoarele folosite sînt de tip EFT 352, EFT 353 sau orice tip de tranzistor de audiofrecvenţă, cu un factor de amplificare mai mare de 40. Comutatorul K_1 are două contacte şi şase poziţii.

Pentru exactitatea frecvenţelor generate, condensatoarele C_1—C_{12} vor avea o toleranţă de maximum 10%. Comutatorul de pornire K_2 şi potenţiometrul de reglaj al tensiunii de ieşire P sînt de fapt una şi aceeaşi piesă: un potenţiometru cu întreruptor, ca acelea folosite la aparatele de radio cu tranzistoare. Întregul generator poate fi montat într-o cutie de material plastic. Cea mai indicată este cutia aparatului de radio cu tranzistoare „Zefir", care poate fi procurată din comerţ. În acest caz se va folosi suportul pentru baterii utilizat la radioreceptorul „Zefir", iar în locul măştii frontale a cutiei va fi montată o placă de material plastic sau material izolant (pertinax, textolit) prin care va trece axul comutatorului K_1.

Butonul de acţionare a acestui comutator va avea un ac indicator, iar pe placă vor fi marcate punctele corespunzătoare frecvenţelor de lucru ale generatorului. Punerea în funcţiune a generatorului nu pune probleme deosebite, respectarea valorilor indicate în schemă pentru piesele componente fiind suficientă pentru corecta funcţionare a aparatului.

Voltmetre electronice

Voltmetrele electronice permit executarea unor măsurări de precizie în circuitele prin care trec curenţi de slabă intensitate, deoarece absorb un curent foarte slab din circuitul în care se execută măsurarea (sub 1 µA faţă de minimum 20 µA în cazul aparatelor universale de



Schema voltmetrului electronic fără instrument de măsură   Fig. 74.

măsurat). Pentru realizarea acestor caracteristici, voltmetrele electronice sînt echipate cu tuburi electronice.

Voltmetru electronic fără... instrumente de măsurat. Prima variantă de voltmetru electronic propusă spre realizare prezintă avantajul înlocuirii instrumentului indicator cu un indicator optic de acord (ochi magic), care este mai ieftin şi mai uşor de procurat.

Aparatul este de fapt un comparator de tensiuni, asemănător punţilor de măsurat. Schema este prezentată în figura 74. Tubul EAA 91 este folosit ca detector pentru semnalele de curent alternativ, fiind scos din circuit în cazul măsurărilor de curent continuu, iar tubul EM 84 este folosit ca indicator al voltmetrului. Principiul de lucru este următorul: după încălzirea aparatului se aduce cursorul potenţiometrului P_2 la capătul superior şi totodată se scurtcircuitează bornele de intrare pentru curent continuu. Cu ajutorul potenţiometrului P_1 se reglează tensiunea de negativare a tubului, astfel ca indicatorul optic să fie deschis aproape complet (între sectoarele luminoase să rămînă un spaţiu de circa 5 mm). Aceasta a fost operaţia de calibrare. Apoi se aplică tensiunea de

măsurat. Datorită polarității acestei tensiuni, indicatorul se va închide. Aplicînd cu ajutorul potențiometrului P_2 o tensiune de negativare, indicatorul se va deschide.

Cînd tensiunea aplicată cu ajutorul potențiometrului P_2 va fi egală cu tensiunea de măsurat, indicatorul va fi deschis la fel ca în situația în care bornele erau scurtcircuitate. Rezultă deci că este posibilă etalonarea cursei potențiometrului P_2 direct în tensiuni (la fel ca la punțile de măsurat).

Pentru a permite măsurări pe mai multe domenii, la intrare a fost prevăzut un divizor cu trei trepte: 5 V, 50 V, și 500 V.

Realizarea practică a montajului nu pune probleme deosebite. O variantă de aranjare a pieselor pe panoul frontal al aparatului este indicată în figura 75. Potențiometrul P_2 va avea fixat pe butonul său un ac indicator din celuloid, care se va mișca pe o scală dublă, în formă de arc de cerc, etalonată în tensiuni, separat pentru curent continuu și pentru curent alternativ. Sub potențiometrul P_2 se fixează potențiometrul P_1, prevăzut cu o crestătură pentru șurubelniță, deoarece calibrarea nu se execută la fiecare măsurare. În partea stîngă vor fi montate bornele de intrare, iar în partea dreaptă bornele

Panoul voltmetrului electronic

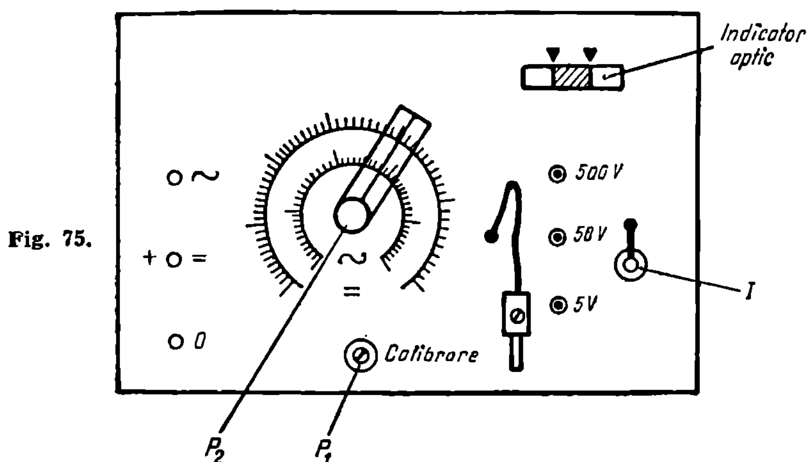


Fig. 75.

corespunzătoare celor trei domenii de lucru. Alegerea domeniului va fi făcută cu ajutorul unui cordon flexibil cu banană, care se va introduce în borna corespunzătoare domeniului ales. Deasupra bornelor va fi executată o fantă la care va fi montat indicatorul optic. Două repere vor marca limitele sectoarelor luminoase la echilibru (cînd se face calibrarea).

Blocul de alimentare a voltmetrului este format din transformatorul Tr şi diodele D_1 şi D_2. Diodele sînt de tip D7J sau DR 304. Datele transformatorului de alimentare sînt următoarele:

— secţiunea miezului: 6 cm^2;
— înfăşurarea primară (I): 960 de spire cu sîrmă izolată cu email, cu diametrul de 0,2 mm (pentru 120 V)+800 de spire cu sîrmă izolată cu email, cu diametrul de 0,15 mm (pentru 220 V);
— înfăşurarea de filament (II): 55 de spire de sîrmă izolată cu email cu diametrul de 0,6 mm;
— înfăşurarea anodică (III): 2000 de spire cu sîrmă izolată cu email cu diametrul de 0,1 mm.

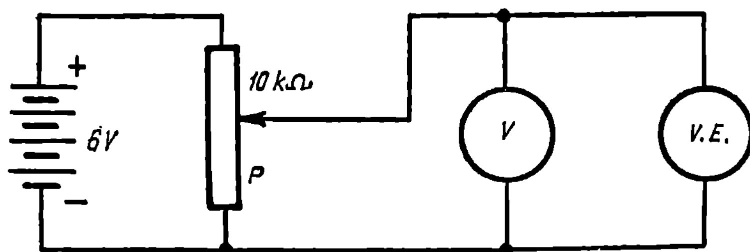
Datorită consumului electric redus al aparatului, se poate renunţa la blocul de alimentare, recurgîndu-se la surse ocazionale, cum ar fi, de exemplu, un radioreceptor, conectîndu-se tensiunea anodică în punctele A şi B, iar tensiunea de filament (6,3 V) la un circuit comun pentru ambele tuburi.

Pentru a uşura executarea montajului, în schemă au fost indicate şi legăturile la soclu ale tuburilor. Tubul EAA 91 (6AL5) are un soclu de tip heptal, iar tubul EM 84 are un soclu de tip noval.

Pentru etalonarea scalei potenţiometrului P_2 se realizează montajul indicat în figura 76.

Potenţiometrul P va fi de preferinţă liniar. Voltmetrul V este un aparat de măsurat universal, iar voltmetrul VE este aparatul construit. După ce se execută calibrarea, aşa cum s-a arătat la descrierea funcţionării aparatului, cu ajutorul potenţiometrului P se aplică diferite tensiuni ale căror valori se citesc pe voltmetrul V. Aducînd indicatorul la echilibru cu ajutorul potenţiome-

Fig. 76.



Schema de etalonare a voltmetrului electronic

trului P_2 al aparatului, se însemnează pe scala de curent continuu valoarea tensiunii măsurate.

Pentru etalonarea scalei de curent alternativ se procedează similar, înlocuind bateria de 4,5 V cu înfăşurarea de 5 V a unui transformator de sonerie. Bineînţeles, atît voltmetrul V, cît şi aparatul construit vor fi conectate pe poziţia de măsurare a curentului alternativ. După etalonarea scalelor pe poziţia de 5 V nu mai este necesară efectuarea eşalonării şi pe poziţiile de 50 V şi 500 V, în ipoteza că rezistoarele R_1, R_2 şi R_3 au o valoare care diferă cu maximum 2,5% faţă de cea indicată în schemă. Totuşi este recomandabilă o verificare a etalonării şi pe aceste poziţii.

Datorită modificării în timp a caracteristicilor tuburilor, este bine ca etalonarea să fie verificată o dată la 100 de ore de funcţionare a aparatului.

Voltmetru electronic cu instrument de măsurat. Varianta a doua de voltmetru electronic propusă spre realizare foloseşte ca indicator un instrument de măsurat. Astfel, este posibilă citirea directă a tensiunii pe scala instrumentului, fără a mai fi necesară operaţia de compensare a tensiunii măsurate, ca la varianta precedentă. Schema de principiu a voltmetrului electronic este prezentată în figura 77. Detectorul pentru măsurarea tensiunilor alternative este realizat separat, sub formă unui „cap de probă", conectat la aparat cu ajutorul unui cablu şi al unor mufe de magnetofon, pentru a se elimina eventualele erori datorate pierderilor care ar apărea în cazul conectării tensiunii alternative la voltmetru prin

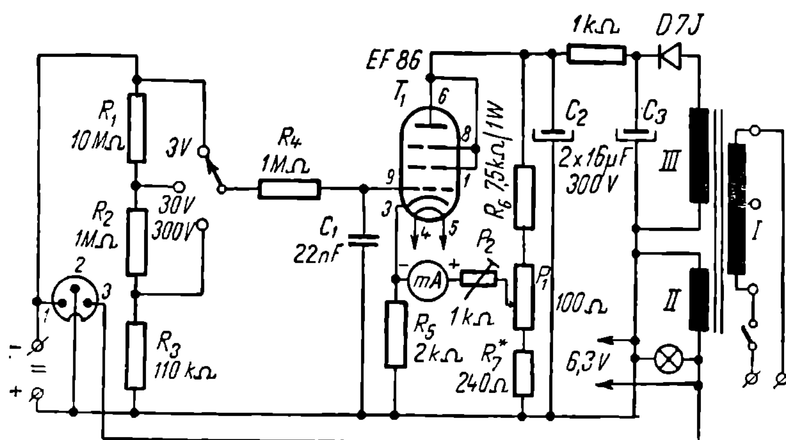


Fig. 77.

Schema voltmetrului electronic cu instrument

cordoane lungi. Schema „capului de probă" este prezentată în figura 78.

Voltmetrul electronic funcționează astfel: în diagonala punții, formată din rezistoarele R_6, R_8 și potențiometrul P_1, pe de o parte, și rezistența internă a tubului T_1 și rezistorul R_5, pe de altă parte, se găsește conectat miliampermetrul *mA*. Cînd puntea este la echilibru, prin instrument nu trece curent electric. Dacă însă pe grila tubului se aplică o tensiune negativă, intensitatea curentului prin tub scade și puntea se dezechilibrează, intensitatea curentului prin miliampermetru fiind proporțională cu tensiunea aplicată.

Schema capului de probă

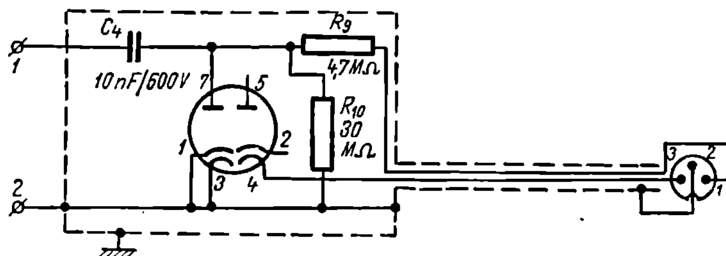


Fig. 78.

Miliampermetrul folosit are o sensibilitate de 1—2 mA.

Cu excepția rezistoarelor R_1, R_2 și R_3, care formează divizorul de la intrare și care trebuie să aibă o precizie cît mai bună, valorile celorlalte piese pot fi alese în limitele de toleranță de 10%. Realizarea voltmetrului nu pune probleme deosebite. El va fi montat într-o cutie cu dimensiunile aproximative de 200×150×150 mm. Dimensiunile exacte vor fi determinate funcție de mărimea instrumentului de măsurat și a celorlalte piese mari (transformator de rețea, condensatoare electrolitice etc.).

Transformatorul de rețea are următoarele date:

— secțiunea miezului: 7,5 cm²;
— înfășurarea primară (I): 720 de spire cu sîrmă cu diametrul de 0,25 mm+600 de spire cu sîrmă cu diametrul de 0,2 mm;
— înfășurarea cu filament (II): 40 de spire cu sîrmă cu diametrul de 0,7 mm;
— înfășurarea anodică (III): 500 de spire cu sîrmă avînd diametrul de 0,1 mm. Toate tipurile de sîrmă vor fi izolate cu email.

„Capul de probă“ va fi montat într-un tub de aluminiu provenit de la un condensator electrolitic, cu un diametru de minimum 35 mm și o lungime de 100 mm. Cu un colțar se fixează în interior soclul tubului și o mică regletă pentru legarea terminalei rezistorului R_9 și a cablului de legătură cu voltmetrul. În locul dopului de material plastic prin care ieșeau terminalele condensatorului, va fi montat un dop de textolit, în centrul căruia se va fixa o tijă de alamă cu diametrul de 4 mm, care constituie vîrful de probă.

Rezistorul R_{10} va fi obținut prin legarea în serie a trei rezistoare de 10 MΩ. Cablul de legătură cu aparatul propriu-zis va fi bifilar și ecranat pe o lungime de 1 m (de exemplu, cablu microfonic). Unul din conductoare este folosit pentru alimentarea filamentului tubului EAA 91, iar celălalt pentru legătura cu borna de intrare. Tresa de ecranaj joacă rolul celui de-al treilea conductor. Borna *1* a „capului de probă“ o constituie vîrful de probă, iar borna *2* va fi realizată dintr-un conductor flexibil, lung de 150 mm, avînd un capăt fixat la masa „capului de probă“ cu un șurub, iar la celălalt capăt fiind prevăzut

cu o banană sau o clemă „crocodil", pentru conectarea la masa aparatului asupra căruia se execută măsurările. Dacă voltmetrul electronic va fi folosit pentru măsurări pînă la frecvenţa de 1 MHz, se poate renunţa la realizarea „capului de probă" sub formă separată. În acest caz etajul detector va fi realizat pe acelaşi şasiu cu voltmetrul.

Realizarea constructivă a cutiei şi panoului frontal, dimensiunile şi amplasarea pieselor vor fi hotărîte de micul constructor în funcţie de instrumentul de măsurat folosit şi de celelalte piese voluminoase (transformatorul de reţea şi condensatoarele electrolitice).

Etalonarea aparatului se execută la fel ca la montajul anterior. Pentru etalonarea în curent continuu va fi folosit montajul din figura 76. Etalonarea va fi făcută pe scara de 30 V. Sursa va fi realizată prin înserierea a şapte baterii de 4,5 V. Operaţia de etalonare va începe cu o perioadă de încălzire a voltmetrului de minimum 15 minute. Apoi, cu ajutorul potenţiometrului P_1 se va aduce acul instrumentului la începutul scalei.

Dacă plaja de reglaj acoperită de potenţiometru nu este suficientă, va fi modificată valoarea rezistorului R_7, astfel: dacă indicaţia instrumentului depăşeşte începutul scalei, se va micşora valoarea lui R_7, iar dacă instrumentul bate invers, se va mări valoarea lui R_7. După ce a fost efectuat „reglajul de zero", se reglează tensiunea aplicată instrumentului universal şi voltmetrului electronic la valoarea de 30 V. Cu ajutorul potenţiometrului P_2 se va aduce acul indicator la capătul scalei. Acest potenţiometru nu va fi montat pe panoul frontal, ci în interiorul aparatului, pentru a nu fi posibilă stricarea etalonării în timpul exploatării.

În funcţie de instrumentul folosit este posibil ca la valoarea maximă a rezistenţei potenţiometrului P_2, indicaţia acului să depăşească capătul scalei. În acest caz, în serie cu potenţiometrul P_2 va fi montat un rezistor de o valoare care va fi determinată experimental, între 1 şi 3 kΩ. După efectuarea „reglajului de zero" şi a calibrării, va fi efectuată etalonarea punct cu punct prin variaţia tensiunii aplicată instrumentelor. Totodată se va face un tabel de corespondenţă între indicaţiile instrumentului de

măsurat şi tensiunea aplicată. Etalonarea scării de curent alternativ se execută în acelaşi fel. De data aceasta însă nu mai este posibilă calibrarea. În acest caz, fie că se modifică valoarea rezistorului R_0 din capul de probă, pînă cînd indicaţia maximă va corespunde tensiunii de 30 V, fie că se fixează capul de scară la altă valoare. Similar etalonării în domeniul curentului continuu, se va face un tabel de corespondenţă între valoarea tensiunii şi indicaţiile aparatului. Cu ajutorul celor două tabele, pe o bucată de hîrtie va fi desenată o nouă scală pentru instrument, gradată direct în volţi, care va fi montată apoi peste scala veche.

Cu această construcţie, se încheie seria de aparate de măsurat şi control, destinată înzestrării laboratorului pionierului electronist sau a cercului de radioelectronică.

Relee electronice de timp

Deseori, în anumite situaţii, este necesară închiderea sau deschiderea unor circuite la anumite intervale de timp. Pentru aceasta se folosesc mecanisme asemănătoare ceasornicelor. În prezent, folosind fenomenul de încărcare sau descărcare a unui condensator, pot fi realizate aparate electronice simple de temporizare. Pentru realizarea unor astfel de aparate este nevoie de un număr mic de piese, problema cea mai grea fiind procurarea unui releu electromagnetic de felul acelora folosite în centralele telefonice.

Ghirlandă pentru pomul de iarnă cu releu de timp. Pentru împodobirea pomului de iarnă se folosesc deseori ghirlande de becuri colorate. Un efect foarte frumos poate fi obţinut dacă becurile nu ard continuu, ci intermitent, lăsînd impresia de mişcare.

Cu un releu telefonic, o diodă, cîteva becuri, rezistoare şi condensatoare, poate fi realizată o frumoasă ghirlandă de becuri colorate, cu două faze de iluminare. Schema întregii instalaţii este dată în figura 79. Pentru realizarea ghirlandei vor fi folosite becuri de scală, tipul şi numărul lor diferind după tensiunea reţelei electrice. Pentru tensiunea de 220 V vor fi folosite 10 becuri de scală de

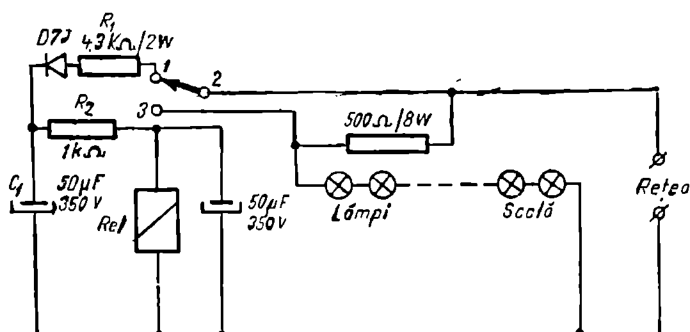


Fig. 79.

Schema releului pentru pomul de iarnă

26 V/0,1 A sau 14 becuri de 18 V/0,1 A, iar pentru tensiunea de 120 V vor fi folosite 12 becuri de scală de 12 V/0,2 A. Becurile vor fi legate în serie cu ajutorul unor conductoare flexibile (lițate), izolate cu vinilin. Distanța dintre două becuri consecutive va fi de 20—40 cm. Deoarece fasunguri de mici dimensiuni se procură mai greu, conductoarele vor fi lipite cu cositor direct la soclurile becurilor. După lipire, va fi izolată cu grijă partea metalică a soclurilor, folosind fie tub flexibil de vinilin, fie bandă izolatoare. După această operație, becurile pot fi vopsite sau introduse în mici lampioane confecționate de amatori. Primul conductor al primului bec și ultimul conductor lipit la ultimul bec vor fi mai lungi (1—2 m), pentru a permite realizarea unor conexiuni cu releul de timp. Releul electronic de timp este reprezentat pe schemă în interiorul conturului. Releul electromagnetic va fi de tip telefonic sau de alt tip, cu o rezistență a bobinei de 2 000—10 000 Ω.

Principiul de funcționare a releului este următorul: la conectarea tensiunii de rețea, cele două condensatoare electrolitice se încarcă prin rezistorul R_1 și dioda D. În momentul în care tensiunea pe condensatorul C_2 ajunge la o valoare suficient de mare pentru ca prin înfășurarea releului să treacă un curent corespunzător închiderii releului, armătura releului este atrasă de miez și contactele 1 2 se deschid. Ca urmare, procesul de încărcare înce-

tează şi condensatoarele C_1 şi C_2 se descarcă prin înfăşurarea releului. Curentul de descărcare scade pînă cînd forţa de atracţie a armăturii devine insuficientă pentru a o reţine şi se închid contactele 1—2. Începe un nou proces de încărcare şi ciclul se repetă. Durata fiecărei stări este de circa o secundă. Ea depinde de caracteristicile releului, de valorile rezistoarelor R_1 şi R_2 şi de capacităţile condensatoarelor C_1 şi C_2. Ghirlanda de becuri este alimentată în serie cu rezistorul R_3. Ca urmare, atunci cînd releul este în stare de repaus, intensitatea luminoasă este mică. Atunci cînd releul este acţionat, rezistorul este scurtcircuitat de contactele 2—3 ale releului şi intensitatea luminoasă creşte.

Releul de timp va fi montat într-o cutie de lemn sau material plastic suficient de mare pentru a permite realizarea unui montaj robust şi nu prea compact, deoarece rezistoarele R_1, R_2 şi R_3 se încălzesc. Din cutie va ieşi un cablu de conectare la reţea, prevăzut cu ştecher şi borne pentru ghirlandă. Rezistorul R_3 va fi obţinut prin combinarea mai multor rezistoare, de putere mai mică, în serie şi paralel (de exemplu, patru rezistoare de 2 kΩ/2 W în paralel), valoarea sa nefiind critică.

Releu electronic de timp pentru laboratorul foto. Deseori, în laboratorul foto este necesară o expunere egală a hîrtiei atunci cînd se execută mai multe copii. Pentru aceasta se folosesc relee de timp mecanice, construite pe principiul ceasornicului sau relee de timp electronice. Cu un minimum de piese poate fi realizat un releu de timp simplu şi precis, care să permită expuneri pînă la 1 minut. Deosebirea esenţială faţă de releul pentru ghirlandă constă în aceea că descărcarea condensatorului nu se face prin releu, ci printr-un grup de rezistoare, iar tensiunea de pe condensator comandă un tub electronic. În circuitul anodic se înseriază releul.

Schema de principiu a releului este prezentată în figura 80. Grupul de rezistoare R_1 — R_6, care determină perioada de timp a releului, este completat cu grupul de întreruptoare I_1 — I_6, care le şuntează. Cu ajutorul acestor întreruptoare se aleg timpii de expunere.

Prin deschiderea unui întreruptor se obţine o expunere corespunzătoare valorii rezistoarelor, şi anume: I_1 — 1,5 s,

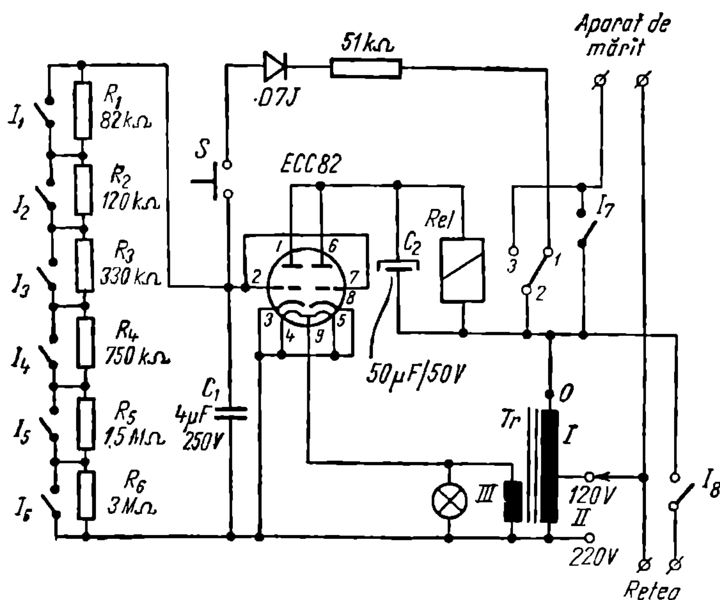


Fig. 80.

Schema releului pentru laboratorul foto

I_2 — 2 s, I_3 — 5 s, I_4 — 10 s, I_5 — 20 s și I_6 — 40 s. Deschiderea simultană a două sau mai multe întreruptoare corespunde unui timp de expunere egal cu suma timpilor corespunzători fiecărui întreruptor. De exemplu, deschiderea întreruptoarelor I_2, I_3 și I_5 corespunde unui timp de 2 s+5 s+20 s=27 s.

Funcționarea întregului montaj decurge astfel: la pornirea aparatului, condensatorul C_1 este descărcat, tensiunea pe grila tubului este nulă și tubul conduce. Curentul tubului, trecînd prin înfășurarea releului, atrage armătura și se închid contactele 1—2 ale releului. Contactele 2—3 fiind deschise, aparatul de mărit (sau copiat) nu este alimentat. Deoarece alimentarea se face la curent alternativ, fără redresor, s-a conectat în paralel cu releul condensatorul C_2, care se încarcă în timpul semiperioadei pozitive și menține curentul prin înfășurare în timpul semiperioadei negative. După alegerea, cu ajutorul întreruptoarelor I_1 — I_6, a timpului de expunere, se apasă

butonul S maximum o secundă. Prin rezistorul R_7 şi dioda D, condensatorul C_1 se încarcă cu o tensiune de circa 200 V şi tubul se blochează. Ca urmare, prin înfăşurarea releului curentul devine nul, armătura este eliberată şi se închid contactele 2—3, aprinzîndu-se astfel lampa aparatului de mărit. După eliberarea butonului, condensatorul C_1 se descarcă lent prin grupul de rezistoare R_1 — R_6 (numai prin acelea corespunzătoare timpului ales).

Cînd tensiunea scade la circa 1—2 V, tubul se deschide, curentul trece din nou prin înfăşurarea releului şi contactele 2—3 se deschid, stingînd lampa aparatului de mărit (sau copiat). Pentru efectuarea reglajelor aparatului de mărit, contactele 2—3 s-au şuntat cu întreruptorul I_7, care permite aprinderea lămpii aparatului de mărit pe un timp nelimitat.

Întreruptoarele I_1 — I_8 sînt de tip unipolar, ca acelea folosite la veioze. Se recomandă folosirea întreruptoarelor basculante, care permit marcarea poziţiilor „închis“ şi „deschis“ pe panoul aparatului. Butonul S este de tipul celor pentru sonerii. Releul folosit este de tip telefonic, avînd un curent de funcţionare de 5—10 mA. Condensatorul C_1 va fi cu dielectric hîrtie, cu o toleranţă de +10%.

Datele transformatorului Tr sînt următoarele:

— secţiunea miezului: 6 cm^2;
— înfăşurarea I: 900 de spire cu sîrmă avînd diametrul de 0,25 mm;
— înfăşurarea II: 750 de spire cu sîrmă avînd diametrul 0,15 mm;
— înfăşurarea III: 50 de spire cu sîrmă avînd diametrul 0,16 mm.

Sîrma utilizată va fi izolată cu email.

Tubul electronic folosit este ECC 82 sau ECC 83, avînd cele două diode legate în paralel.

Constructiv, releul de timp va fi realizat pe o placă de material izolant cu dimensiunile de 150×180 mm, pe care se montează transformatorul, soclul tubului, releul, condensatoarele C_1 şi C_2, dioda D şi rezistorul R_7.

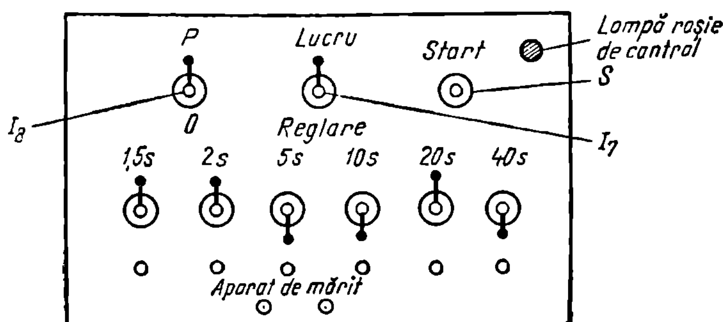


Fig. 81.

Panoul frontal al releului

Placa de montaj se introduce într-o cutie cu dimensiunile de 160×130×120 mm, confecţionată din placaj. Panoul frontal se va realiza din pertinax. Pe acest panou se montează, ca în figura 81, elementele de comandă. Pe rîndul de sus se montează întreruptoarele I_8, I_7 şi butonul S, avînd înscrise şi semnificaţiile lor. Pe rîndul de jos se montează întreruptoarele I_1—I_6, avînd poziţia „deschis" în sus. Poziţiile „închis" ale acestora vor fi marcate cu cifra „zero", iar poziţiile „deschis" cu timpii care se obţin. Sub aceste întreruptoare se plasează şi bornele pentru conectarea aparatului de mărit (sau copiat).

Concordanţa timpilor de expunere reali cu cei înscrişi pe panou va fi realizată în timpul reglajului releului de timp prin ajustarea valorilor rezistoarelor R_4—R_7.

Jucării . . . electronice

În pas cu dezvoltarea tehnicii au fost modernizate şi jucăriile.

În prezent jucăriile electrice au devenit deosebit de cunoscute şi îndrăgite de copii. În ultima vreme au apărut chiar jucării electronice, cele mai spectaculoase dintre acestea fiind roboţii. Avînd formă de om sau de fiinţe „extraterestre", aceştia reproduc o serie de acţiuni ale omului, fiind deosebit de amuzanţi. Unii „ştiu" chiar să socotească sau să vorbească. Construcţia unor roboţi de-

pășește, desigur, posibilitățile pe care le au amatorii începători. Dar pot fi realizate totuși și jucării simple și distractive. Două construcții de acest fel sînt descrise în rîndurile ce urmează.

Pușcă automată ... electronică. La automatele jucărie din comerț poate fi adaptat un dispozitiv simplu menit să înlocuiască mecanismul care produce pocniturile (adică „împușcăturile"), destul de ușor defectabil.

Schema „automatului electronic" este prezentată în figura 82. Este vorba de un multivibrator cu o perioadă mare de basculare (cîteva zecimi de secundă). Tranzistoarele T_1 și T_2 sînt de tip EFT 322 sau EFT 323. Transformatorul de ieșire *Tr* poate fi luat de la orice aparat de radio cu tranzistoare, iar difuzorul va fi de tip miniatură, asemănător acelora folosite la aparatele de radio „Zefir" sau „Cora".

Întregul montaj va fi realizat pe o plăcuță cu dimensiunile de 60×40 mm. Plăcuța cu montajul, difuzorul și bateria pot fi plasate în locul mecanismului existent la puștile automate-jucărie care se găsesc în comerț, fiind necesare unele ajustări ale locașului respectiv. În locul trăgaciului va fi plasat un buton de contact, care este de fapt chiar întreruptorul *I* (poate fi folosit un întreruptor de veioză prin apăsare, la prima apăsare declanșîndu-se „focul", iar la a doua, oprindu-se).

Schema generatorului pentru pușca electronică

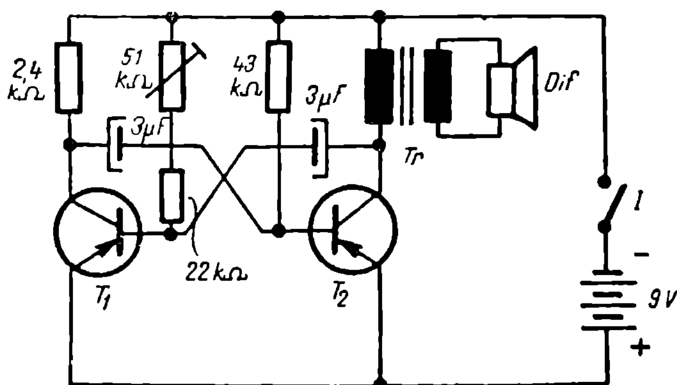
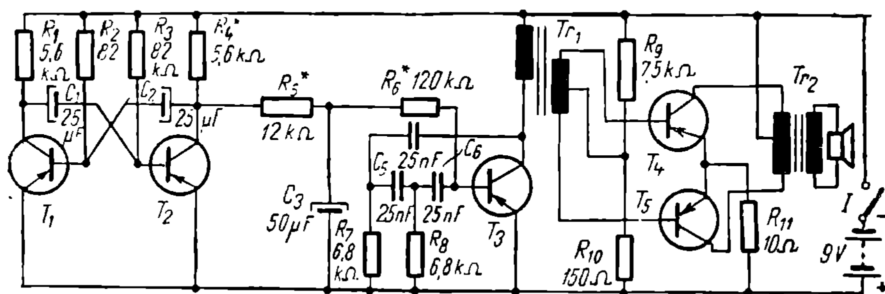


Fig. 82.



Schema pisicii electronice **Fig. 83.**

Funcţionarea schemei constă în aceea că la fiecare basculare se va auzi în difuzor un pocnet. Cu ajutorul potenţiometrului semireglabil *P* se va realiza egalitatea intervalelor de timp dintre două pocnete succesive, obţinîndu-se o imitare cît mai apropiată a unui automat.

Realizarea constructivă nu ridică nici un fel de probleme, funcţionarea montajului fiind asigurată de respectarea schemei.

Pisica ... electronică. Cu cîteva tranzistoare şi un număr de rezistoare şi condensatoare poate fi realizat un montaj care imită perfect mieunatul pisicii. Schema „pisicii" este prezentată în figura 83. Tranzistoarele T_1 şi T_2 formează un multivibrator cu o perioadă de cîteva secunde. Acest multivibrator comandă, prin grupul R_5, C_3, R_6 generatorul de ton realizat de tranzistorul T_3. Tranzistoarele T_4 şi T_5 constituie un amplificator final în contratimp, ca la orice aparat de radio cu tranzistoare. La conectarea sursei de alimentare, generatorul de ton comandat de multivibrator produce pachete de oscilaţii care, amplificate şi reproduse de difuzor, se aseamănă foarte mult cu un mieunat.

Tranzistoarele T_1—T_5 sînt de tip EFT 322 sau EFT 323. Primele două vor avea factorii de amplificare cît mai apropiaţi şi cel puţin egali cu 30. Tranzistorul T_3 va avea factorul de amplificare de cel puţin 50, iar tranzistoarele T_4 şi T_5 vor fi de asemenea cu factori de amplificare egali.

Transformatoarele $Tr1$ (defazor) şi $Tr2$ (de ieşire) pot fi de orice tip de la aparatele de radio cu tranzistoare, fiind recomandabilă folosirea unor transformatoare cît mai mici. Difuzorul este de tip „Zefir".

Întregul montaj se realizează pe o plăcuţă de pertinax cu dimensiunile de 130×60 mm. Varianta cea mai spectaculoasă o constituie montarea schemei în interiorul unei pisici de material plastic sau de pluş, întreruptorul fiind montat în coadă. În acest caz, ori de cîte ori pisica va fi trasă de coadă, va ... mieuna.

În timpul realizării montajului vor fi ajustate valorile rezistoarelor R_4, R_5 şi R_6 pentru a obţine un sunet cît mai apropiat de cel natural.

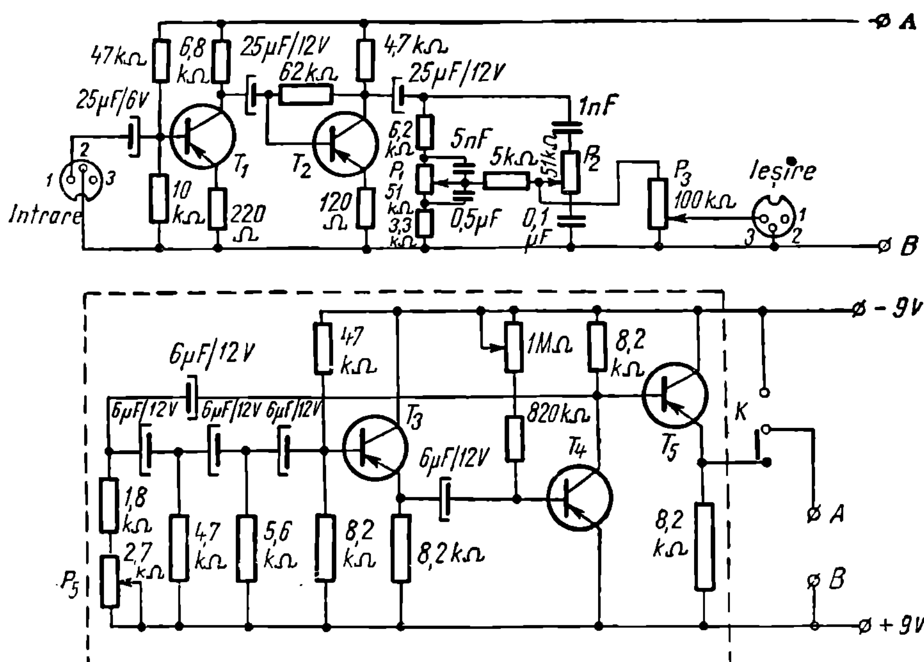
Amplificatoare de audiofrecvenţă

Un domeniu spectaculos de aplicare a electronicii îl constituie instalaţiile de amplificare şi prelucrare a sunetelor, nelipsite din studiourile de radiodifuziune, televiziune sau de înregistrări. Prin cerinţele de calitate şi prin varietatea domeniilor de aplicaţie, amplificatoarele de audiofrecvenţă folosite pentru amplificarea sunetelor se găsesc şi în prezent într-un continuu proces de perfecţionare, apărînd în permanenţă noi şi noi variante constructive. În continuare vor fi prezentate un număr de trei montaje diferite, menite să deschidă gustul micului electronist pentru acest frumos domeniu.

Preamplificator cu corecţie de ton şi efect „vobrator". Cu ajutorul acestui preamplificator poate fi prelucrat semnalul captat de un microfon, obţinut de la o chitară electrică sau de la altă sursă. Preamplificatorul realizează atît o ridicare a nivelului semnalului cît şi corecţia tonului. De asemenea, preamplificatorul poate realiza efectul „vibrato" („tremolo").

Schema preamplificatorului este prezentată în figura 84.

Tranzistoarele T_1 şi T_2 formează preamplificatorul propriu-zis. Semnalul se aplică la tranzistorul T_1, este amplificat de acesta şi apoi de tranzistorul T_2. După tranzistorul T_2 urmează un grup de corecţie separată a frecvenţelor joase şi înalte. Cu ajutorul potenţiometrului P_1



Schema preamplificatorului cu efect „vibrato" **Fig. 84.**

pot fi ridicate sau coborîte frecvenţele joase, iar cu ajutorul potenţiometrului P_2 pot fi ridicate sau coborîte frecvenţele înalte. După acest grup se montează potenţiometrul P_3, cu care se reglează nivelul de ieşire. Tranzistoarele T_3, T_4 şi T_5 constituie generatorul de „vibrato". Acest generator produce o variaţie a tensiunii de alimentare a preamplificatorului cu o frecvenţă de 5—20 Hz, avînd ca efect o variaţie a amplificării în acest ritm. Cu ajutorul potenţiometrului P_5 se reglează frecvenţa generatorului, iar cu ajutorul potenţiometrului P_4 amplitudinea tensiunii variabile, deci intensitatea efectului „vibrato". Cu ajutorul comutatorului K poate fi alimentat preamplificatorul prin generatorul de „vibrato" sau direct, eliminînd acest efect.

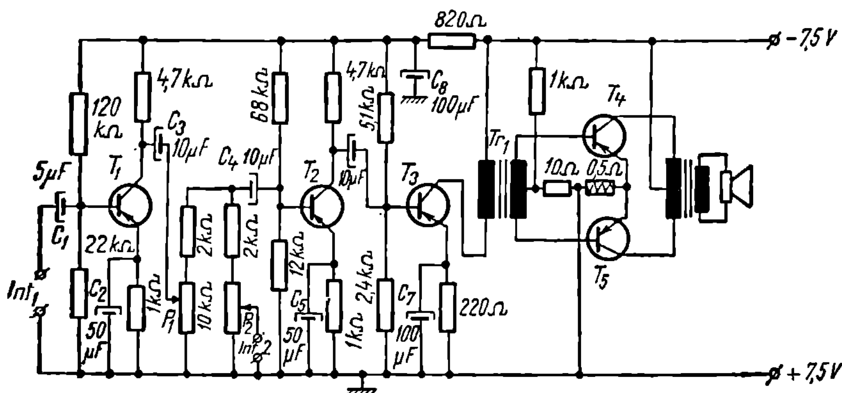
Amatorii care doresc să renunţe la efectul „vibrato" pot elimina complet generatorul (partea din schemă cuprinsă în conturul desenat cu linia întreruptă).

Tranzistoarele sînt de tip EFT 352 sau EFT 353. Restul pieselor folosite nu ridică probleme în legătură cu alegerea lor.

Întreaga construcție va fi realizată pe o placă de pertinax sau textolit cu dimensiunile de 70×120 mm. Placa de montaj va fi introdusă într-o cutie confecționată din tablă de aluminiu, cu grosimea de 1 mm. Pe unul din pereții cutiei (în față sau deasupra) se vor monta cele cinci potențiometre. Dimensiunile finale ale cutiei vor fi determinate de dimensiunile potențiometrelor folosite. Ca borne de intrare și ieșire vor fi utilizate mufe standardizate pentru magnetofoane. Ieșirea preamplificatorului se va conecta la intrarea unui amplificator sau chiar a unui radioreceptor prevăzut cu mufă pentru conectarea magnetofonului.

Amplificator tranzistorizat de medie putere. Amplificatorul prezentat în schema din figura 85 permite obținerea unei puteri de circa 3 W, cu un consum de curent maximum 0,5 A, putînd fi alimentat atît din baterii cît și de la rețea. De asemenea, amplificatorul are două intrări separate, de sensibilități diferite, una pentru microfon și alta pentru picup sau magnetofon. Tranzistorul T_1 lucrează ca preamplificator de microfon, iar tranzistorul T_2 ca preamplificator de tensiune. Cu tranzistorul T_3 este

Fig. 85. Schema amplificatorului de medie putere.



realizat etajul prefinal (defazor), iar tranzistoarele T_4 şi T_5 lucrează ca amplificator final în contratimp. Potenţiometrele P_1 şi P_2 formează un grup de mixaj, permiţînd reglarea separată a amplificării pe cele două intrări. Dacă amatorul foloseşte acest amplificator împreună cu preamplificatorul descris anterior, se va elimina primul tranzistor şi grupul de mixaj.

Tranzistoarele T_1 şi T_2 sînt de tip EFT 353, tranzistorul T_3 este de tip EFT 323, iar tranzistoarele T_4 şi T_5 sînt de tip EFT 212 sau EFT 213. Tranzistoarele T_4 şi T_5 trebuie să aibă factorii de amplificare egali.

Transformatorul defazor T_{r1} are următoarele date:

— secţiunea miezului: 1 cm^2;
— înfăşurarea I: 1000 de spire cu sîrmă, avînd diametrul de 0,15 mm;
— înfăşurarea II: 2×250 de spire cu sîrmă, avînd diametrul de 0,25 mm.

Transformatorul de ieşire *Tr2* are următoarele date:

— secţiunea miezului: 3 cm^2;
— înfăşurarea I: 2×200 de spire cu sîrmă, avînd diametrul de 0,4 mm;
— înfăşurarea II: 60 de spire cu sîrmă, avînd diametrul de 0,6 mm.

Sîrma utilizată va fi izolată cu email.

Difuzorul folosit va avea o putere de minimum 3 W şi o impedanţă de 4Ω.

Alimentarea amplificatorului se va face de la 5 baterii R 20 de 1,5 V, care asigură o funcţionare intermitentă de 10 ore la puterea de 2 W. Pentru alimentarea de la reţea va fi construit un alimentator, a cărui schemă este dată de figura 86. Diodele D_1 şi D_2 sînt de tip EFR 135.

Schema alimentatorului pentru amplificator

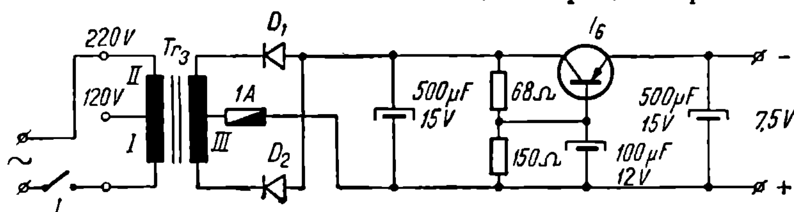


Fig. 86.

Pot fi folosite în locul fiecăreia cîte două diode de tip D7E, legate în paralel. Tranzistorul T_6 este de tip EFT 212.

Transformatorul de rețea T_{r3} are următoarele date:

— secțiunea miezului: 6 cm²;
— înfășurarea I: 900 de spire cu sîrmă, avînd diametrul de 0,25 mm;
— înfășurarea II: 750 de spire cu sîrmă, avînd diametrul de 0,2 mm;
— înfășurarea III: 2×80 de spire, cu sîrmă, avînd diametrul de 0,6 mm.

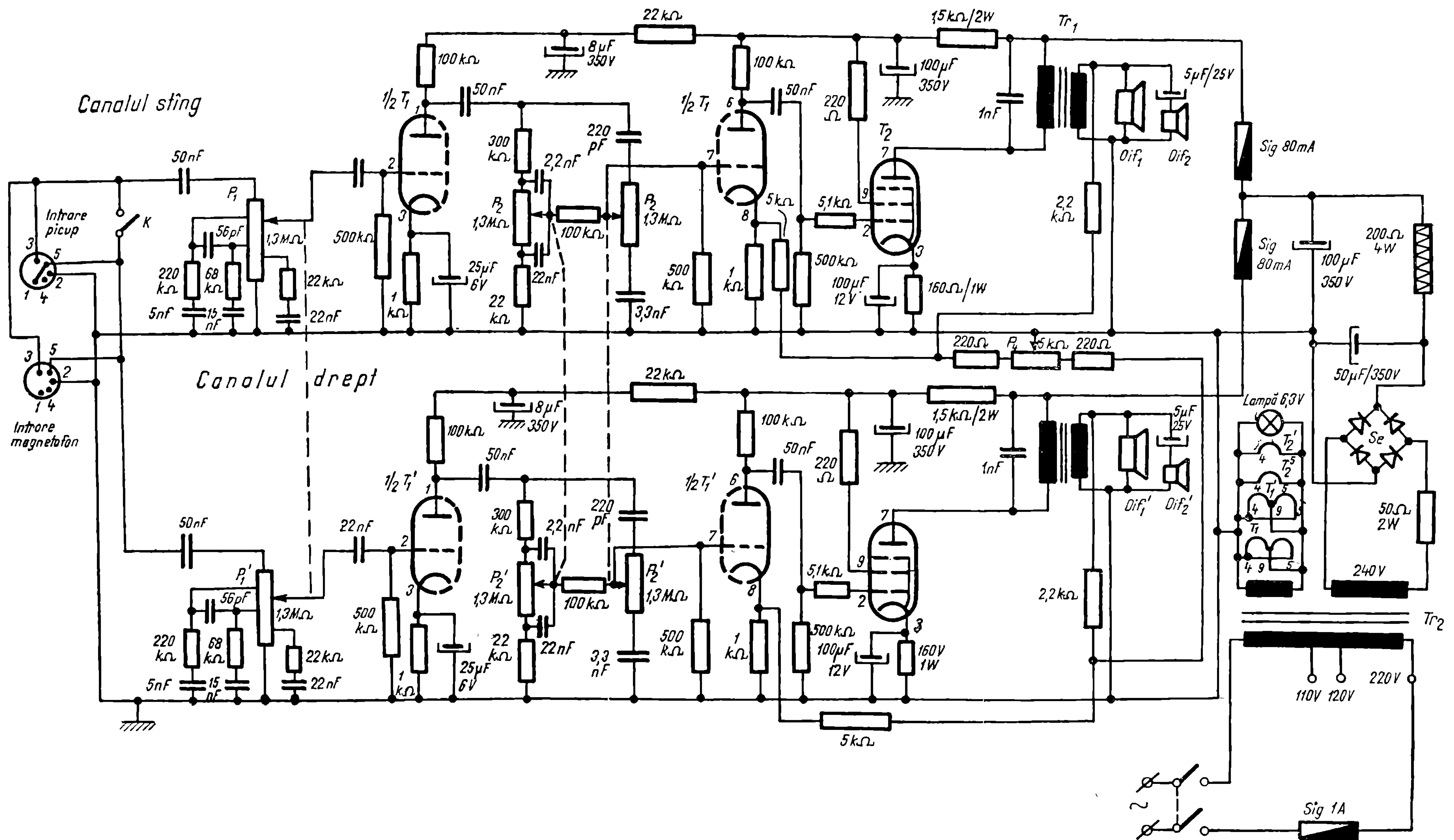
Sîrma va fi izolată cu email.

Amplificatorul va fi montat pe o placă de textolit cu dimensiunile de 90×150 mm, iar alimentatorul pe o placă de textolit cu dimensiunile de 90×90 mm. Amplificatorul și alimentatorul pot fi montate chiar în cutia difuzorului, avînd gabarite mici. Pentru amatorii care doresc să evite construcția unei cutii din lemn pentru difuzor și amplificator, se recomandă folosirea unei cutii de aparat de radio „Neptun", în care poate fi montat ușor un difuzor de dimensiuni mai mici (asemănător aceluia de la aparatul de radio „Carmen") și placa amplificatorului.

Pentru baterii va fi folosit, în acest caz, locașul și contactele existente în cutie, dar alimentatorul va trebui montat într-o cutie separată.

Amplificator stereofonic de calitate. Ultima schemă propusă spre realizare reprezintă construcția de vîrf, care poate fi dusă la bun sfîrșit numai după o bogată experiență în construcții radioelectronice. Este vorba de un amplificator de calitate, stereofonic, cu două canale, care va permite ascultarea discurilor stereofonice în condiții foarte bune, evident folosind un picup cu doză stereo. Dar ce se înțelege prin stereofonie?

Tehnica reproducerii stereofonice a sunetului constă din captarea sunetului cu ajutorul a două microfoane, plasate în stînga și în dreapta surselor de sunete, amplificarea separată a semnelor celor două microfoane, și apoi redarea programului captat prin intermediul a două difuzoare plasate lateral. Astfel, la ascultare se va reproduce și direcția din care vine sunetul. Reproducerile ste-



Schema amplificatorului stereofonic

Fig. 87.

reo ale muzicii capătă un plus de strălucire, obținîndu-se o foarte mare apropiere de condițiile de ascultare directă din sala de concert.

Amplificatorul propus a se realiza este construit cu tuburi electronice, putînd furniza o putere de maximum 4 W pe fiecare canal. Schema este prezentată în figura 87. Din schemă se vede că este vorba de două amplificatoare identice, fiecare avînd cîte două tuburi electronice. De aceea prezentarea schemei se va face numai pentru un singur canal. La intrare se găsește un potențiometru de reglaj al nivelului P_1. După o primă amplificare a semnalului de către prima triodă a tubului T_1, se introduce un dispozitiv de corecție a tonului, care cuprinde două potențiometre și o rețea de condensatoare și rezistoare. Cu ajutorul potențiometrului P_2 se reglează tonurile joase, iar cu ajutorul potențiometrului P_3 tonurile înalte. Semnalul este apoi amplificat din nou de a doua triodă a tubului T_1 și aplicat pe grila etajului final, realizat cu tubul T_2.

Cele două canale fiind independente și identice, amplificarea totală a semnalului ar trebui să fie aceeași pe fiecare din ele. Totuși datorită imposibilității de a avea elemente de circuit identice pe fiecare canal, a fost necesară introducerea unui reglaj care egalizează amplificarea pe cele două canale.

Potențiometrul P_4, care este introdus în circuitul de reacție negativă are chiar acest rol, iar reglajul este cunoscut sub numele de „balans". Perechile de potențiometre P_1—P'_1, P_2—P'_2 și P_3—P'_3, de pe cele două canale, trebuie să-și modifice valoarea simultan. De aceea sînt montate cîte două pe același ax. Pentru audiții mono s-a prevăzut și posibilitatea de conectare în paralel a celor două canale cu ajutorul comutatorului K.

Tuburile T_1 și T'_1 sînt de tip ECC 83, iar tuburile T_2 și T'_2 sınt de tip EL 84. Potențiometrele duble P_1—P'_1 P_2—P'_2 și P_3—P'_3 se pot procura din comerț (de la aparatul de radio „Capri"). Comutatorul K va fi de mici dimensiuni (comutator de ton de la aparatul de radio „Mamaia"). Transformatoarele de ieșire Tr_1 și Tr_1 vor fi de tip „Rossini" sau „Oberon", care se găsesc în comerț. De asemenea, difuzoarele cele mai indicate sînt acelea

folosite la aparatele de radio „Rossini“, „Capri“ sau „Oberon“ (cîte unul de 6 W/6Ω şi unul de 1,5 W/12Ω pe fiecare canal).

Transformatorul de reţea Tr_2 poate fi de orice tip, care să poată asigura tensiunile necesare şi un curent de 100 mA în înfăşurarea de înaltă tensiune (de la aparatele de radio „Capri“, „Rossini“, „Oberon“, „Simfonia“ etc.). Puntea de seleniu *Se* va asigura un curent redresat de 100 mA (de exemplu, puntea sovietică AVS-120-270).

Tensiunile de lucru ale condensatoarelor vor fi de cel puţin 400 V. Tensiunile de lucru pentru condensatoarele electrolitice, cît şi puterile rezistoarelor, se indică pe schemă. Tot pe schemă se dau şi legăturile la soclurile tuburilor.

Amplasarea pieselor pe şasiul confecţionat din tablă de aluminiu, cu grosimea de 1 mm, este arătată în figura 88. Înălţimea şasiului va fi de 60 mm. Transformatorul de reţea Tr_2 va fi montat semiîngropat, decupîndu-se şi şasiul în acest scop. Toate conexiunile dintre mufele de intrare şi potenţiometre şi restul montajului vor fi realizate numai cu cablu ecranat. Pentru uşurarea executării montajului, în lungul şasiului, de dedesubt, între soclurile tuburilor va fi montată o regletă cu 10—12 cose,

Modul de amplasare a pieselor mari pe şasiu

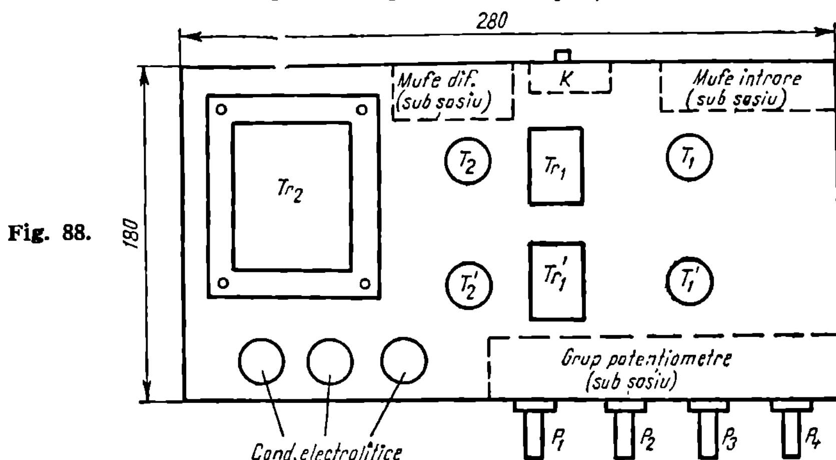


Fig. 88.

la care vor fi lipite piesele. Toate piesele vor fi fixate la ambele capete, prin lipire la cosele de pe regletă sau la soclurile tuburilor, nefiind admis să se lipească 2—3 piese la un loc, iar lipitura să se lase liberă, fără a fi rigidizată.

De asemenea, conexiunile vor fi cît mai scurte.

Toate punctele de masă vor fi lipite la un conductor gros de 1,5—2 mm, care va fi legat la şasiu într-un singur punct, în apropierea mufelor de intrare.

Amplificatorul va fi montat într-o cutie de placaj, gros de 8 mm, furniruit la exterior, cu dimensiunile de 320×200×170 mm. Capacul din spate va fi confecţionat din PFL, avînd decupări în zona mufelor şi a comutatorului *K* şi găuri pentru răcire. Panoul frontal va fi confecţionat dintr-o placă de material plastic sau din placaj furniruit. Pe panou vor fi fixate întreruptorul de reţea şi lampa de control şi vor fi executate patru găuri pentru trecerea axelor potenţiometrelor. Aspectul panoului este prezentat în figura 89.

Butoanele cele mai indicate sînt acelea de la picupul stereofonic cu amplificator „Zifona", care au imprimate simboluri cu semnificaţia comenzilor.

Cele două perechi de difuzoare vor fi amplasate în două boxe confecţionate din scîndură de brad de 2 cm sau din planşetă de tei. Dimensiunile boxelor sînt de

Aspectul panoului amplificatorului

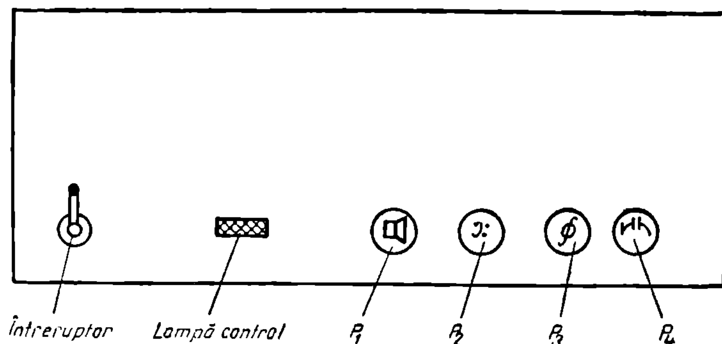


Fig. 89.

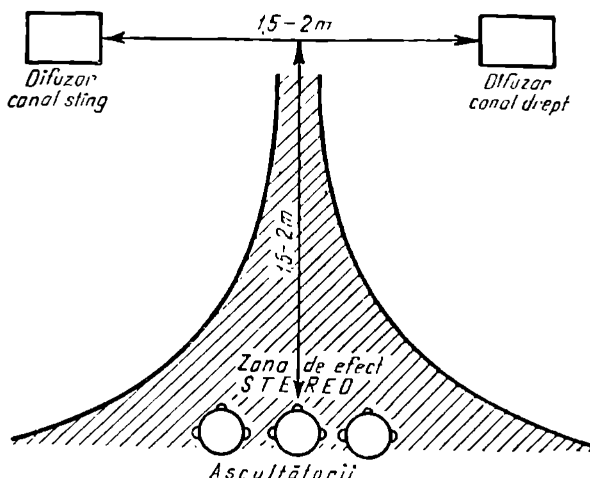


Fig. 90. Modul de amplasare al difuzoarelor la audiţia stereo

350×600×250 mm. Capacul din spate va fi realizat din placaj sau PFL, fiind perforat.

Pentru a realiza audiţii stereofonice este nevoie de o sursă de program stereo. Aceasta poate fi un magnetofon stereo (de exemplu B 46, care nu are amplificator de putere cu două canale) sau un picup stereo, cu discuri stereofonice (dintre picupuri sînt prevăzute cu doze stereo tipurile „Zifona“ şi ultimile variante „Supraphon“).

Amplasarea difuzoarelor şi ascultătorilor pentru audiţia stereofonică este prezentată în figura 90. Pentru o audiţie corectă este necesară reglarea balansului, care se face astfel: se trece comutatorul *K* pe poziţia „mono“ şi se reglează potenţiometrul P_4 astfel ca sunetul să se audă exact de la jumătatea distanţei dintre difuzoare. După aceea se trece *K* pe poziţia „stereo“ şi ... audiţie plăcută!

Cuprinsul

Nr. colilor de tipar: 7,5
Nr. planşelor: 1

Întreprinderea poligrafică „Crişana"
Str. Moscovei nr. 5 — Oradea
Republica Socialistă România
Comanda nr. 360



Lei 3,60

EDITURA DIDACTICĂ ŞI PEDAGOGICĂ